# أساسيات

# علوم البحار

## الجزء الاول علم المحيطات

إعداد
أخصائي علوم البحار
احمد محمد حسن
القاهرة- مصر

بسم الله الرحمن الرحيم

# الفهرس

## مقدمة المؤلف

بسم الله والصلاة والسلام علي اشرف خلق الله ثم اما بعد فلقد أعددت هذه المذكرة في العلوم البحرية في الأساس لنفسي بعد أن كنت ابحث علي شبكة الانترنت عن شيء يشابهها باللغة العربية ولكني لم اهتدي ولكني عندما بحثت باللغة الإنجليزية وجدت السيل الذي كاد أن يغرقني فضاع من فكري اعتقادي لأنني لم اهتدي لكتاب من هذا النوع باللغة العربية لعدم أهمية هذا العلم من العلوم ورجحت السبب بان يكون تكاسلا منا نحن العرب وبصفتي مسلم عربي كرمني ربي فأحسن تكريمي وأعطاني من النعم ما لا يعد ولا يحصي أردت أن ارفع الوزر عن بقيت رفاقي فأخذت ابحث في السيل الأجنبي إلي أن وفقني الله إلي ما اعتقدت انه زاد كل دارس ومعين كل متطلع لهذا العلم ولان هذا عمل فردي أقوم به وحدي فلقد اعتلاني التعب في منتصف الطريق فخشيت أن أقف ولا أتابع فعزمت علي نشر الجزء الأول من هذا العلم وهو علم المحيطات مرجأ قليلا الجزء الثاني علم الأحياء البحرية إن أعانني الله وانتهيت منه ،سائلا الله عز وجل الأجر ومنكم الدعاء فأي خطا في هذا الكتاب اعزوه إلي نفسي المقصرة ولا تبخلوا بمراجعاتي فيما قصرت .

**المؤلف / احمد حسن**

**البريد الالكتروني:** *arabic_marine_ science@yahoo.com*

## المقدمة

تنشئ العلوم عادة للإجابة علي التساؤلات والاستفسارات التي تحدث حولنا فعلم البحار نشأ للإجابة علي التساؤلات الآتية وهي كيف تكونت الأحواض المحيطية ؟ وما هو شكل قيعانها ؟ وطبيعة شواطئها ؟ونوع السائل الموجود بها وخواصه الطبيعية (الفيزيائية ) والكيميائية ؟ وما تأثير هذه الخواص علي الكائنات التي تعيش فيه ؟ وما هي الكائنات التي تعيش في البحار ؟ وما هي التحورات الموجودة في تلك الكائنات لتعيش في هذه البيئة السائلة ؟ وكيف تتعامل هذه الكائنات مع بعضها البعض ومع الأنواع الأخري ؟ .

هذا نموذج من أهم الأسئلة التي تجيب عنه علوم البحار ولعلك قد لاحظت أن هذه الأسئلة متشعبة ومتنوعة لذا كان لزاما تقسيم علوم البحار إلي علمين رئيسيين هما الاقيانوجرافيا أو علم المحيطات (*oceanography*) والذي يبحث في الخواص الكيميائية والطبيعية للمياه وجيولوجيا قاع المحيط وطبيعة ترسيباته، أما العلم الثاني من علوم البحار فهو علم الأحياء البحرية (*Marine Biology*) وهو العلم الذي يبحث في ترتيب وتصنيف الأنواع البحرية تبعا للتشابه التركيبي والوظيفي لها كما يركز علي تحورات الكائنات الحية للعيش في البيئات المختلفة وكذلك العلاقة بين الكائنات الحية وبعضها البعض فالعلوم البحرية قصة متكاملة تبدأ بنشأة الكون والأحواض المحيطية وتنتهي بمدي استفادة الإنسان من البحار والمحيطات فهي قصة طويلة سنبدأ بسرد تفاصيلها من البداية .

## نبذة تاريخية

منذ العصور الأولي والبحار والمحيطات تستخدم للنقل والترحال من مكان إلي أخر ولقد عرف التجار منذ قديم الأزل أن نقل بضائعهم عن طريق البحر ارخص بكثير من نقلها خلال البر كما أن المستعمرات القديمة كانت تنتشر كذلك علي السواحل البحرية او بالقرب منها .

كانت القوارب القديمة تصنع من الأخشاب المجمعة معا لصنع ما يعرف بالطوف او عن طريق تفريغ الأشجار لعمل القوارب وكانت تسير كلا من هذه الأطواف او القوارب الصغيرة بالمجاديف ،اما أول سفينة شراعية فقد صنعت حوالي عام ٣٠٠٠ قبل الميلاد وكانت تسير بقوة الرياح لذا فهي كانت تسير أسرع كما أنها تبتعد أكثر من المراكب الصغيرة وعن طريق هذه السفن الشراعية أصبح الناس بحارة وأصبحت البحار والمحيطات طرقا سريعة للتجارة ،أما أول الرحلات البحرية المسجلة فكانت للفينيقيين (موقع سوريا ولبنان الآن) وكانت حوالي عام ٢٠٠٠ قبل الميلاد فلقد كان الفينيقيين ملاحين مهرة ففي عام ٧٠٠ قبل الميلاد أبحروا حول أفريقيا كلها وكذلك عام ١٥٠ قبل الميلاد أبحروا شمالا إلي بريطانيا وبحر الشمال واعتمادا علي المعرفة الكبيرة التي اكتسبها الفينيقيين خلال رحلاتهم فان عَالم الجغرافيا اليوناني بطليموس قد قام بعمل خريطة جيدة للعالم .أما بعد انهيار الإمبراطورية الرومانية وفي عصر التأخر الحضاري فان الاكتشافات البحرية توقفت تقريبا كليا إلا في ما عدا الدول الاسكندنافية *(Viking)* وهم الذين يعيشون الآن في النرويج والسويد والدنمارك فلقد غزو وسطو وسرقوا معظم اروبا فلقد كانوا يقوموا برحلات إغارة حتى شمال أفريقيا وشمال أمريكا ولقد ساعد الاسكندنفيين علي ذلك سفنهم الخاصة التي كانت تتميز بتراوح طولها ما بين ١٥–٣٠ متر طولا وقد صنعت معظم أجزائها من البلوط وكانت تسير بالأشرعة حين هبوب الريح وبالمجاديف بواسطة ٣٢ شخص عند هدوء الرياح كما كانت قيعان هذه السفن مسطحة لتسمح للسفينة بالإبحار خلال المياه

الضحلة بأمان في الوقت الذي كانت تغرز فيه بقية السفن في القاع واستمر عهد الاسكندنفيين الاستكشافي من عام ٨٠٠–١١٠٠ بعد الميلاد فلقد وصلوا إلي جزيرة جرين لاند عام ١٠٠٠ بعد الميلاد وبعد فترة قصيرة هبطوا علي مدينة نيو فوند لاند في الساحل الشرقي لكندا ولقد انتهي عهد الاسكندنفيين في منتصف ما يعرف بعصر الظلام الأروبي ،وفي نهاية عصر الظلام بدأت الاكتشافات البحرية من جديد والذي كان غرضها في البداية اكتشاف طرق جديدة للتجارة ففي عام ١٤٨٨م قام المستكشف البرتغالي دياز (١٤٥٠ – ١٥٠٠ م) بالإبحار حول الحافة الجنوبية لأفريقيا والتي عرفت في ما بعد برأس الرجاء الصالح أما في عام ١٤٩٢ م قام كريستوفر كولومبس بالإبحار من أسبانيا باحثا عن طريق جديد للهند عن طريق الإبحار غربا في المحيط الأطلنطي وهبط في ما يعرف الآن بجزيرة باهاما في البحر الكاريبي وفي ثلاث رحلات متتالية وصل إلي ما يعرف الآن بأمريكا الوسطي والجنوبية و نهج نفس نهج كولومبس عدة مستكشفين ففي عام ١٤٩٧م قام جون كابوت بالإبحار من انجلترا لاستكشاف سواحل أمريكا الشمالية وقام برسم الساحل من ولاية لابرادو إلي الجنوب حيث ولاية ديلاوري أما المستكشف الإيطالي امريجو فيسبوكسي فلقد هبط علي ساحل أمريكا الجنوبية ولقد كان أول شخص يدرك أن هذه الأرض ليست جزا من أسيا لذا سماها *(mudus novus)* ومعناها الأرض الجديدة باللاتينية ثم اكتشف في رحلته الثانية سواحل الأرجنتين والارجواي ويعد فيسبوكسي المسئول عن اكتشاف حوالي ٩٦٠٠ كم من خط ساحل العالم الجديد ولقد قام احد رسامي الخرائط الأوربيين بتسمية قارات العالم الجديد بأمريكا نسبة إلي نفسه وبدأت كلمة أمريكا في الانتشار لتبدأ موجة جديدة من الاكتشافات ففي عام ١٥١٣ م قام المستكشف الأسباني فاسكودي بابلو بالسفر عبر بنما ورأي بحر الجنوب والذي عرف فيما بعد بالمحيط الهادي أما العالم فرديناند ماجلان (١٤٨٠ – ١٥٢١ ) فهو عالم برتغالي وهو أول عالم يبحر حول الكرة الأرضية ففي عام ١٥١٩ م أبحر ماجلان غربا من أسبانيا بخمس سفن و ٢٩٠ شخص واستغرقت الرحلة ثلاث سنوات ففي عام ١٥٢٢ رجعت فقط سفينة واحدة من الخمسة وعلي متنها ١٨ رجل فقط ولم يكن ماجلان واحدا منهم حيث قُتل في جزر الفلبين فمعظم طاقم السفن قتلوا في تحطم بعض السفن خلال تمرد داخلي أو عن طريق المرض وتوالي من هذا الوقت الاكتشافات البحرية والبحثية المختلفة .

## نشأة الكون والأحواض المحيطية

نعلم جميعا أن خلق الأرض وما عليها لم يطلع عليه احد وإنما يحاول العلماء وضع الفروض والنظريات العلمية عن طريق المشاهدات الفلكية والتجارب المعملية التي تستطيع الإجابة علي التسؤالات المتعلقة ببداية الخلق ونحن هنا لن نسرد كل النظريات المتعلقة بنشأة الأرض والأحواض المحيطية ولكننا سنذكر النظريات التي أجمع عليها الوسط العلمي أنها الأقرب إلي الصواب.

### نظرية نشأة الكون

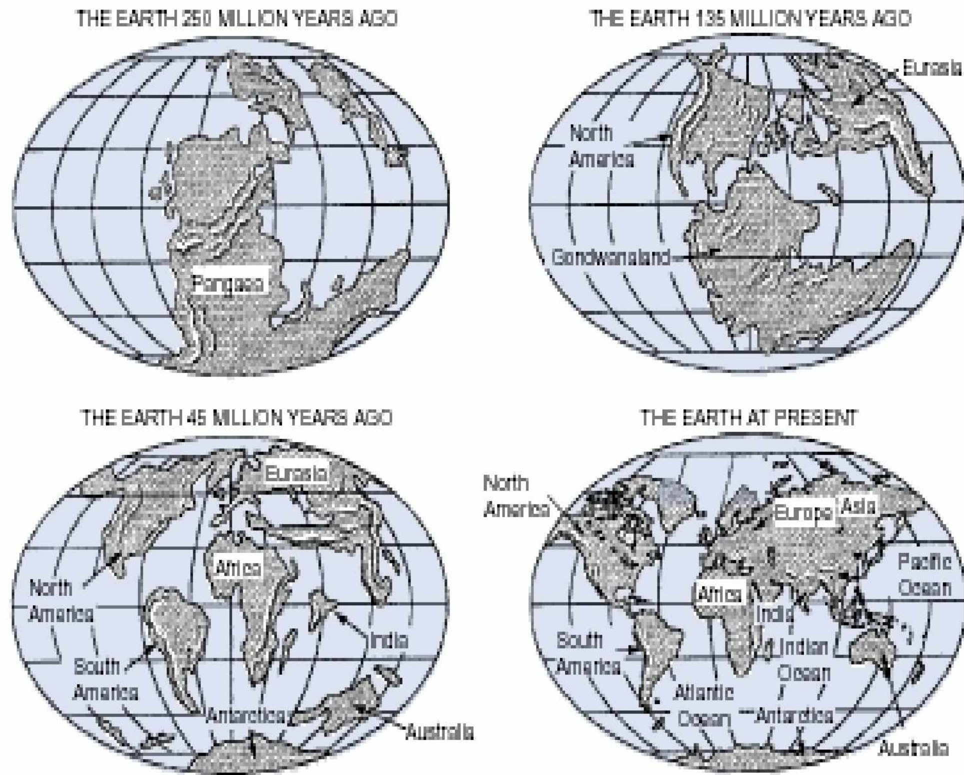
منذ حوالي ٢٠ بليون سنة حدث انفجار هائل *( big bang)*في نجم عملاق كانت تتركز فيه كل المادة الكونية لذا فقد كان كثيفا جدا شديد السخونة ونتيجة للضغط الهائل ودرجة الحرارة المرتفعة انفجر هذا الكوكب مرسلاً مجموعة كبيرة من السحب الكونية في كل اتجاه بعض هذه السحب اقترب من بعضه البعض مكونا مجرات منها مجرة كوكبنا المعروفة باسم الطريق اللبني

*( milky way)* وبعض السحب الأخري كونت نجوم وكواكب وأجسام فضائية أخري، يرجح العلماء ان مجرتنا تكونت منذ ٤,٥ بليون سنة أي بعض الانفجار العظيم بحوالي ١٥ بليون سنة .

بعد ان تشكلت الأرض ككرة كانت ملتهبة جدا حرارتها لا تسمح للصخور بالتصلد وبالطبع للمياه بالتواجد لذا فلم تكن هناك حياة علي الإطلاق ولكن بعد حوالي ٥٠٠ مليون سنة من هذا الوقت بردت الأرض قليلا للسماح لبعض الصخور بالتصلد إلا أن الأرض لم تزل مكانا غير مستقرا حينها حيث ظلت الزلازل والبراكين تحدث في كل أرجاء الأرض لملايين من السنيين مسببة تغيير مستمر في الشكل السطحي للقشرة الأرضية ،وبدأ كذلك الغلاف الجوي الأول في الظهور منذ حوالي ٣,٥ بليون سنة والذي كان مغايرا للغلاف لجوي المعروف الآن حيث كان يتكون من بخار الماء وأول أكسيد الكربون ($CO$) و كبريتيد الهيدروجين ($H_2S$) والنيتروجين ($N$) والغاز السام سيانيد الهيدروجين ($HCN$) .

بعد هذه الفترة بدء بخار الماء الموجود في الغلاف الجوي الأول بالتكاثف منتجا أمطارا رعدية كثيفة كانت تهبط علي الأرض التي كانت لا تزال ساخنة فيتبخر ثانية مكونا سحبا وأمطارا رعدية تبدأ في الهبوط والتبخير والهبوط والتبخير ممتصة جزء فجزء من حرارة الأرض إلي أن برد الجزء السطحي من القشرة الأرضية بدرجة كافية ليستقبل الماء علي سطحه في أماكن الانخفاضات وكذلك بدأت الأرض في تكثيف الماء الموجود في وشاح القشرة الأرضية علي هيئة ينابيع مياه ساخنة ترسل البخار الساخن والمياه الساخنة إلي السطح وكذلك فان الماء المرتبط مع بعض المركبات المائية مثل كبريتات النحاس المائية ($Cu\ SO_4.5H_2O$) والتي عند تسخينها تتحول إلي كبريتات النحاس اللا مائية ($Cu\ SO_4$) فاقدة الماء ومثل هذه المركبات المائية الكثير في قشرتنا الارضية والتي ساهمت في تكوين المياه السطحية .

ولكن يبقي السؤال هل بعد ظهور الماء وبرودة سطح الأرض هل كانت المحيطات علي شكلها الحالي وكذلك القارات والإجابة علي هذا السؤال كانت في نظرية العالم الألماني الفريد فجنر في عام ١٩١٢ حيث افترض أن القارات حين نشأتها لم تكن بوضعها الحالي وإنما كانت كتلة واحدة أو قارة واحدة تم تسميتها بانجايا *(Pangaea)* ولقد كانت بانجايا محاطة بمحيط واحد كبير أطلق عليه بانثاسا *(panthass)* كما تري في شكل ( ١-١ ) .

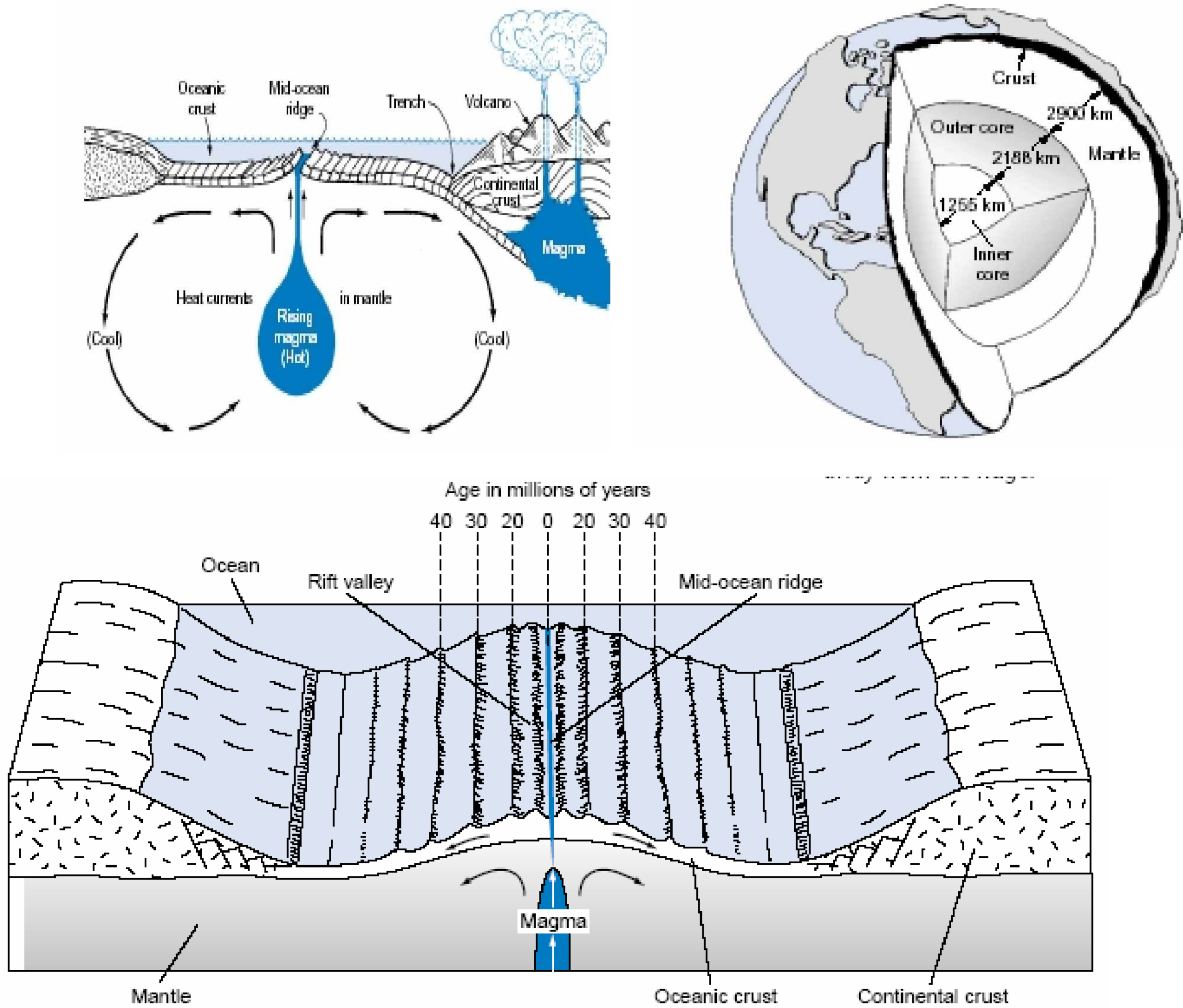






شكل (١-١) يبين أدلة أن العالم كان كتلة واحدة – ومراحل انفصال القارات علي مر العصور الجيولوجية.

حيث بدأت هذه القارة الكبيرة في الانقسام إلي القارات المعروفة والابتعاد عن بعضها البعض واثبت فجنر نظريته بتطابق حواف القارات وتماثل الصخور علي جانبي الحافتين المتناظرتين (خاصة جانبي المحيط الأطلنطي) وتطابق الحفريات والأدلة التقنية الأخري ،ولقد تم معارضة هذه النظرية في البداية حيث لم يستطع فجنر الإجابة علي نوع تلك القوة الهائلة التي تستطيع تقسيم ونقل هذه الكتل القارية الضخمة إلي مكانها الحالي ولكن بمرور الوقت تم تأييد هذه النظرية التي عرفت بنظرية زحف القارات *( continental drift)* حيث تم معرفة نوع القوي الكبيرة التي قامت بنقل هذه الكتل القارية .

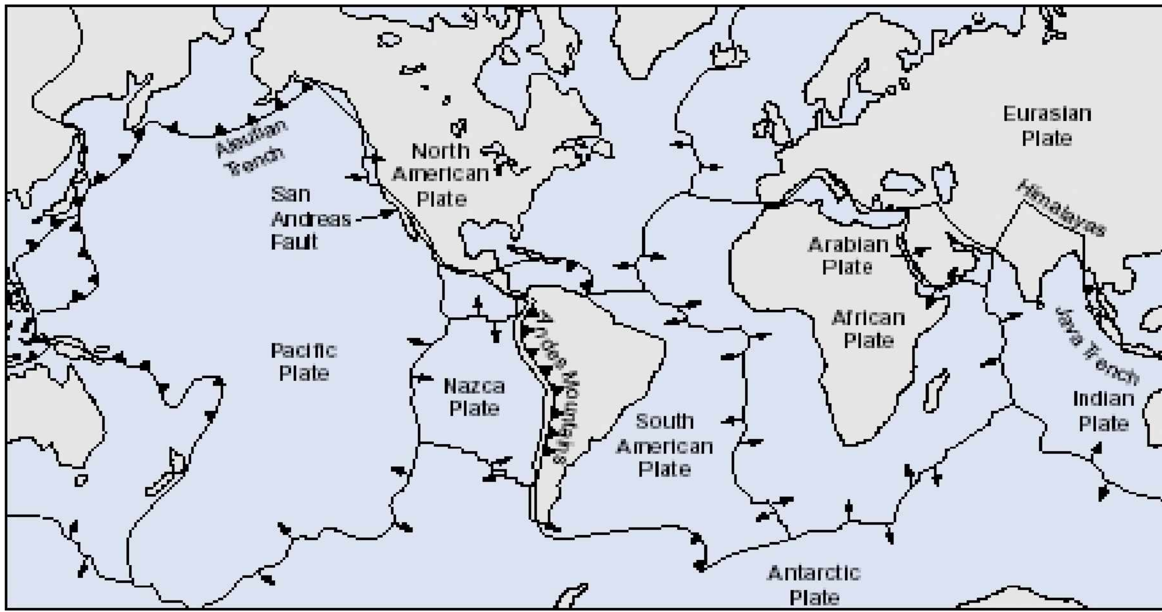



شكل ١–٢ يبين طبقات الأرض المختلفة – وكيفية صعود الصهارة نتيجة لتيارات الحمل في طبقة الوشاح

فكما تري في شكل (١–٢ ) ان باطن الارض مكون من طبقات فالطبقة الداخلية هي اللب الداخلي*(inner core)* والتي يبلغ سمكها ١٢٥٥ كم يليها اللب الخارجي*(outer core)* والذي يبلغ سمكها ٢١٨٨ كم ثم الوشاح *(mantle)* والذي يبلغ سمكه ٢٩٠٠ كم ثم القشرة الارضية *(crust)* والتي يبلغ سمكها القاري ٤٠ كم و سمكها اسفل المحيطات ٨ كم حيث تتراوح درجة حرارة اللب الداخلي بين ٦٢٠٠–٦٦٠٠ درجة مئوية أما المنطقة الواقعة بين اللب والقشرة وهي المنطقة الأنشط جيولوجيا هي منطقة الوشاح فتتراوح درجة حرارته بين ١٢٠٠–٥٠٠٠ درجة مئوية فكما تلاحظ أن درجة حرارة اللب والجزء

الأكبر من الوشاح كفيلة بصهر الصخور فباطن الأرض عبارة عن سائل من الصخور المصهورة تسمي الصهارة *(magma)* ونتيجة للفرق في درجات الحرارة بين الوشاح الداخلي القريب من اللب والوشاح الخارجي القريب من القشرة فان حركة مستمرة بين الصهارة وبعضها تحدث نتيجة لتيارات الحمل الناقلة للحرارة في السوائل مولدة ضغط هائل علي القشرة الأرضية التي لا يزيد سمكها عن ٤٠ كيلو مترا فقط مسببة تشققات وصدوع في جسم القشرة الأرضية محدثة زلازل وبراكين ولو أن ضغطا كافيا تكون فسوف تندفع الصهارة خلال تلك الشقوق منتجة براكين لتنطلق الحمم *(lava)* خلال تلك الشقوق وهذه البراكين والزلازل التي تحدث اضطراب في القشرة الرضية تسمي بالانشطة الاهتزازية *(seismic activity)* .

## **نظرية الصفائح التكتونية**

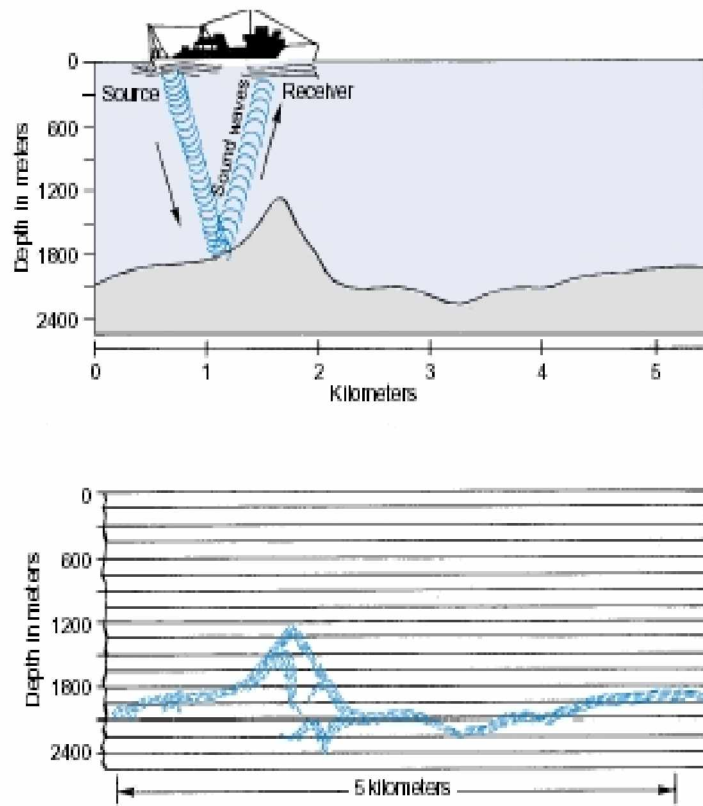



شكل ١-٣ يبين الصفائح الكبرى

عرفنا الان ان شقوقا وصدوعا تكونت في جسم القشرة الارضية نتيجة ضغط الصهارة الموجودة في طبقة الوشاح هذا الضغط قسم القشرة الارضية الي حوالي ست صفائح عملاقة وحوالي اثني عشر صفيحة صغيرة وهذه الصفائح الست هي صفيحة المحيط الهادي Pacific Plate، والصفيحة الأوراسية Eurasia Plate، والصفيحة الأفريقية Africa Plate، وصفيحة أمريكا الشمالية North America Plate، وصفيحة أمريكا الجنوبية South America Plate، والصفيحة الأسترالية ـ الهندية Australia-India Plate، والصفيحة العربية Arabia Plate، والصفيحة الإيرانية Iran Plate حيث كما تلاحظ ان بعض هذه الصفائح تعلوها المحيطات فقط لذا فهي تسمي صفيحة محيطية وبعضها تعلوه القارات فقط لذا تسمي بالصفائح القارية فقط وبعضها يعلوه جزء قاري واخر محيطي حيث تطفو هذه الاجزاء الصخرية للقشرة الارضية علي الطبقة السائلة للوشاح لتبدو كما لو كانت اطواف خشبية عائمة يعلوها القارات والمحيطات حيث تتحرك هذه الصفائح اما مبتعدة عن بعضها او مقتربة من بعضها البعض ولان القشرة الارضية ثابتة فان ناتج هذه التحركات لا يخلو من ثلاث حالات اما ان تقترب الصفائح من بعضها البعض او ان تبتعد عن بعضها او تظل المسافات بينها ثابتة نتيجة للحركة الافقية لصفيحتين يتحركان في عكس اتجاه بعضهم البعض فعند ابتعاد الصفائح بعضها عن بعض تصعد الصهارة مندفعة من

طبقة الوشاح والتي تتصلد مكونة جزء جديد من القشرة الأرضية وقد يكون ضغط اندفاعها قوي جدا فترتفع الصهارة مكونة جبال تحت سطح الماء وقد تصل هذه الجبال إلي سطح الماء مكونة جزر بركانية مثل جزر هاواي علي طول الابتعاد بين الصفائح المحيطية ونتيجة لإضافة هذا الجزء الجديد من قاع المحيط فان المحيط الاطلنطي يتسع بمعدل ١ سم في العام بينما يقل اتساع المحيط الهادي بنفس المعدل نتيجة لحركة صفيحة المحيط الهادي نحو الغرب واصطدامها بصفيحة أمريكا الشمالية حيث ينتج عن هذا التصادم ارتفاع احد الألواح عن اللوح الأخر وبما أن الألواح المحيطية هي الأكثر كثافة لذا فهي تهبط لأسفل ويعلوها الألواح القارية حيث يهبط اللوح المحيطي تحت اللوح القاري في عملية تسمي الاندساس (subduction) ونتيجة لهبوط هذا الجزء من طبقة اللوح المحيطي إلي منطقة الوشاح فأنها تتهشم بفعل الحرارة والضغط وتصبح مادة منصهرة من سوائل الوشاح مخلفة ورائها فراغ هائل يعرف بالخنادق البحرية (trenches) ومن اشهر هذه الخنادق خندق ماريانا والذي يبلغ عمقه ١٠٩٥٨ م ،وكما تري فان نظرية الصفائح التكتونية استطاعت تفسير الكثير من الظواهر الجيلوجية البحرية وساعدت كذلك علي فهم الكثير من معالم قاع المحيط .

## طوبوجرافيا قاع المحيط



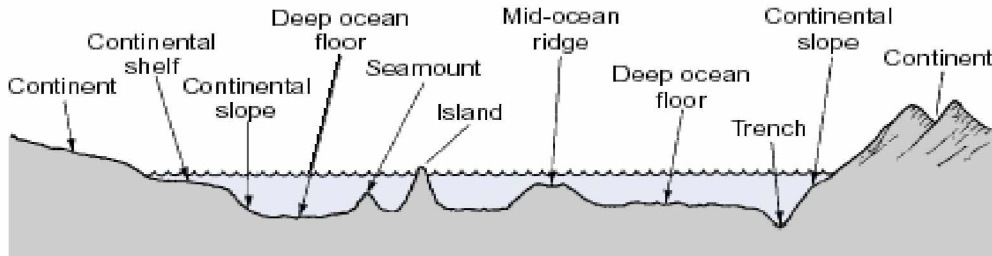

شكل ١-٤ يبين خرائط الأعماق باستخدام الموجات الصوتية

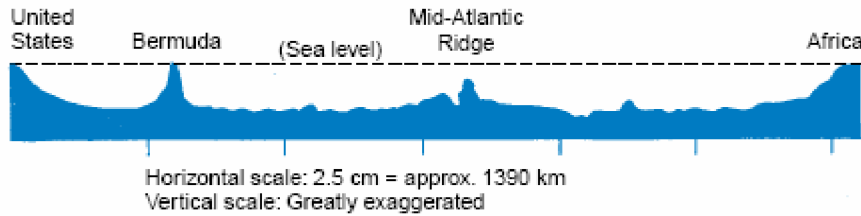
متوسط عمق البحار والمحيطات هو ٣٦٣٦ م حيث تستخدم الموجات الصوتية لمعرفة تضاريس وشكل القاع عن طريق إرسال موجات صوتية واستقبال صداها بعد أن ترتطم بالقاع وبمعرفة سرعة الصوت في الماء (١٤٥٤ م/ث ) والزمن الذي استغرقته الموجة للعودة لجهاز الاستقبال يمكن رسم خرائط دقيقة متصلة للقاع ويمكن تلخيص هذا الأمر في المعادلة آلاتية

العمق (م) = ١٤٥٤ (م /ث ) ×(الوقت ذهابا وإيابا (ث) ÷ ٢)

كما تري في شكل ١-٤ حيث قامت سفن الشحن التي كانت تجوب البحار والمحيطات برسم هذه الخرائط لقاع المحيط علي مدي عدة سنوات حيث جُمعت كل هذه الخرائط بغرض إنشاء خريطة واحدة كاملة لكل مرتفعات ومنخفضات المحيطات ، ويعتبر الآن من احدث الطرق المستخدمة لمعرفة المرتفعات والمنخفضات تحت المياه بدقة كبيرة هو استخدام الأقمار الصناعية حيث يوضع علي هذه الأقمار رادارات خاصة تقوم بدراسة الاختلافات في الارتفاعات و الانخفاضات علي سطح الماء والتي تعكس قوي جذب المرتفعات والمنخفضات لسطح الماء .

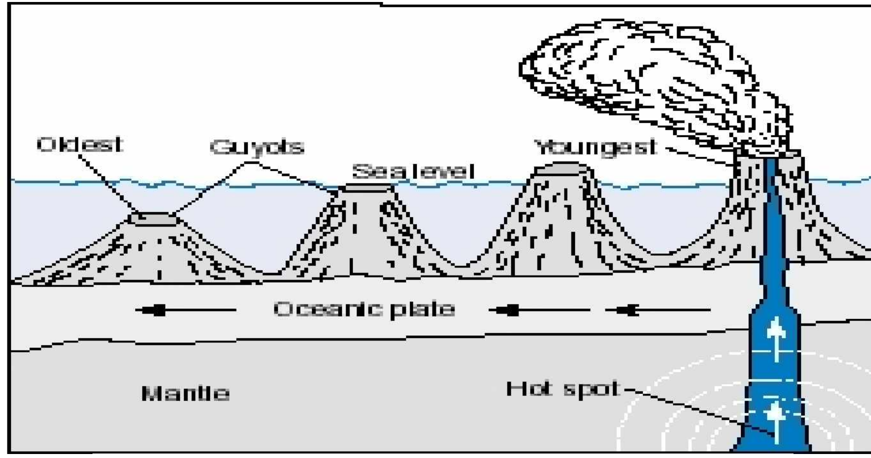
## **معالم قاع المحيط**

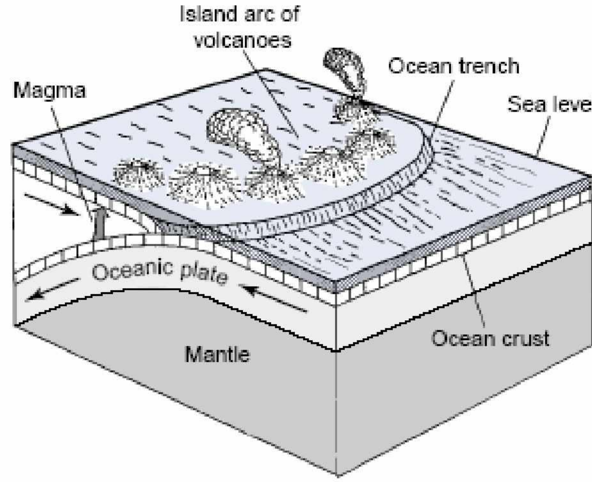



شكل ١-٥ يبين معالم قاع المحيط

فكما تري في شكل ١-٥ تضاريس قاع المحيط والتي تبدا بالرف القاري *(continental shelf)* يليها منطقة انحدار شديدة تسمي بمنطقة الانحدار القاري *( continental slope)* ويقع في منتصف منطقة الانحدار القاري ارتفاع صغير تكون من الانهيارات الطينية علي منطقة المنحدر مكونة باسفلها منطقة اخري مرتفعة تسمي بالمرتفع القاري *(continental rise)* وبعد ان تنتهي منطقة الانحدار القاري تبدا معالم قاع المحيط *(byssal plain)* بالظهور وهي الجبال البحرية *(sea mount)* وهي جبال بركانية تتكون نتيجة ارتفاع الحمم من باطن الأرض في مناطق الأنشطة البركانية وقد تصل هذه الجبال إلي السطح مكونة جزر محيطية بركانية مثل مجموعة جزر هاواي وهي عبارة عن مجموعة من الجزر القوسية

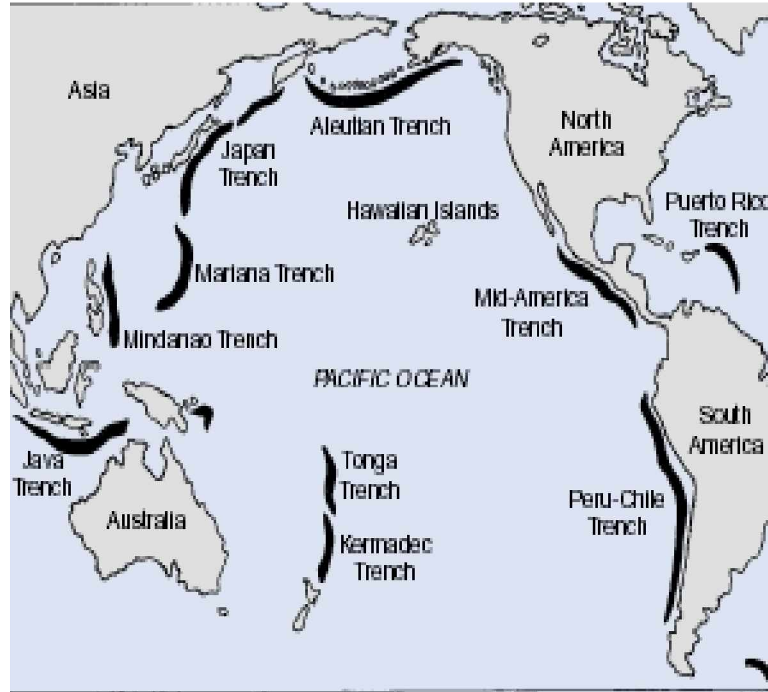


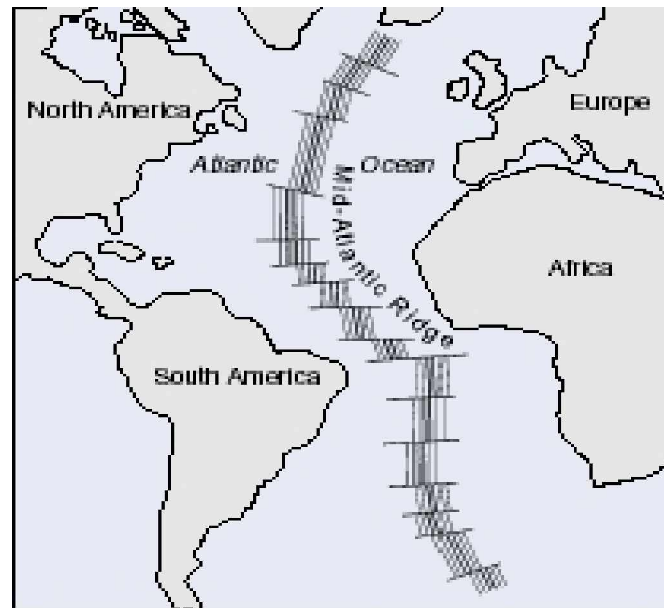

شكل ١-٦ يبين كيفية نشأة الجزر البركانية القوسية

حيث ما زالت الجزيرة الرئيسية في الجهة الغربية مازالت نشطة جيولوجيا فهي الاصغر عمرا (تكونت منذ ٨٠٠٠٠ سنة فقط) بينما الخمس جزر الأخري الأقدم عمرا (تكونت منذ ٤-٦ بليون سنة ) والتي تمتد جميعها مكونة قوسا من الجزر وجدير بالذكر أن هذه الجزر تنشيء نتيجة حركة الصفائح التكتونية فوق منطقة نشطة بركانيا والتي تسمي بالمنطقة الساخنة *(hot spot )* حيث تتكون احد الجزر وباستمرار حركة الصفائح فوق هذه النقطة الساخنة تتكون جزيرة اخري وهكذا ،ومن معالم قاع المحيط أيضا الخنادق البحرية *(trenches)* والتي تتكون نتيجة هبوط احد الصفائح المحيطية اسفل احد الصفائح القارية ووصول الجزء الهابط إلي منطقة الوشاح حيث يتحول إلي صهارة مخلفا وراءه انخفاض كبير يعرف بالخندق البحري ومن الجدير بالذكر أن حواف المحيط الهادي مليئة بالأنشطة البركانية والزلزالية والخنادق المتكونة من الهبوط حيث يطلق علي منطقة حواف الهادي حلقة النار *(ring of fire)* بسبب حركة الصفائح المستمرة في هذه المنطقة ،ومن معالم القاع أيضا الجبال أو الاحياد الوسط محيطية *(mid-ocean ridges)* حيث تتكون سلسلة جبال متصلة علي طول الحد الفاصل بين الصفائح التكتونية في منتصف المحيط فعلي سبيل المثال فان الجبال الوسط محيطية الأطلنطية *(mid-Atlantic ridge)* يبلغ متوسط ارتفاعها حوالي ٣٠٣٠ م فوق قاع المحيط كما أن أقصي حافة لهذه الجبال تبعد حوالي ٩٠٠ م عن سطح الماء وهي تمتد من أقصي شمال الأطلنطي إلي أقصي جنوبه ومن المثير أن جزيرة ايسلاندة هي جزء من جبال وسط الأطلنطي والتي ارتفعت إلي سطح الماء وتتباعد قمم الجبال الوسط محيطية عن بعضها بما يسمي بوادي الشق *(rift valley)* فهو عبارة عن

شق هو الذي خرجت منه الصهارة خلال تباعد كلا من صفائح أمريكا الشمالية والجنوبية نحو الغرب وتحرك كلا من الصفيحة الأوراسية والأفريقية نحو الشرق مسببة نشأة المحيط الهادي وتباعد القارات عن بعضها البعض .




شكل ١–٧ يبين الخنادق البحرية في المحيط الهادي

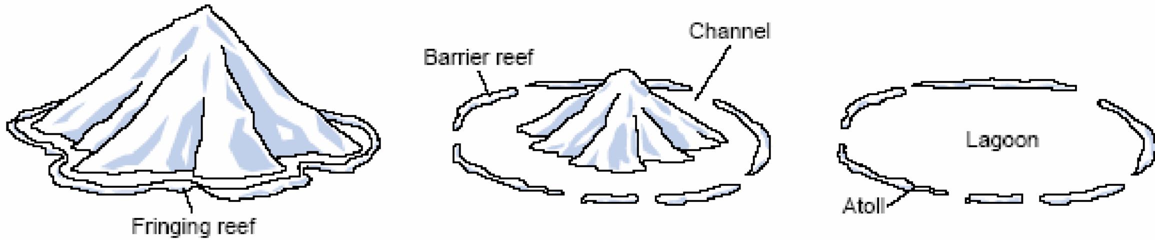



شكل ١–٨ يبين جبال وسط الأطلنطي

## خواص منطقة الصدع او الشق *(rift zone)*

أخذت منطقة الصدع اهتماما كبيرا من قِبل العلماء لأنها منطقة إضافة سطح جديد إلي قاع المحيط كما أن القشرة الأرضية تكون مسامية جدا في هذه المنطقة لذا فان الماء يهبط عبرها إلي منطقة القشرة الداخلية الساخنة الغنية بالعديد من المعادن المنصهرة حيث يصعد هذا الماء ثانية لأعلي مع الأملاح والمعادن الذائبة عندما يقابل هذا الماء الساخن (٣٧١°م ) ماء المحيط البارد يتحول إلي سحب شبيهة بتلك الصاعدة من المدخنة حيث يطلق عليها الدخان الأسود *(black smokers)* وتسمي المنطقة من منطقة الصدع التي يرتفع منها الماء الساخن منطقة فتحات المياه الساخنة *(hydrothermal vents)*.

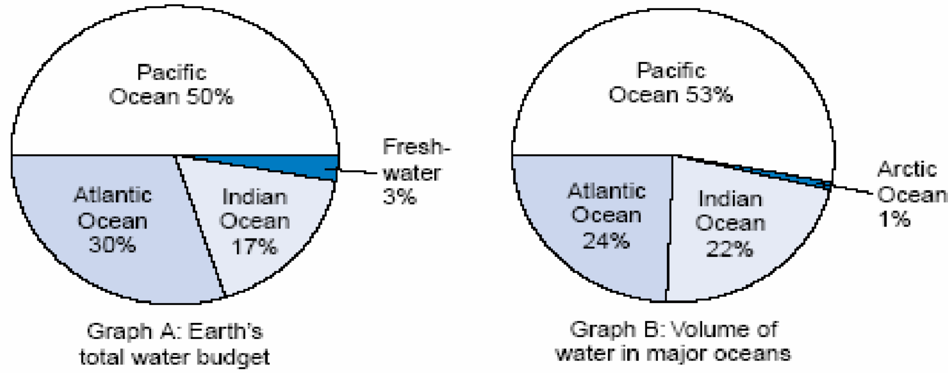
# الشعاب المرجانية وأنواعها



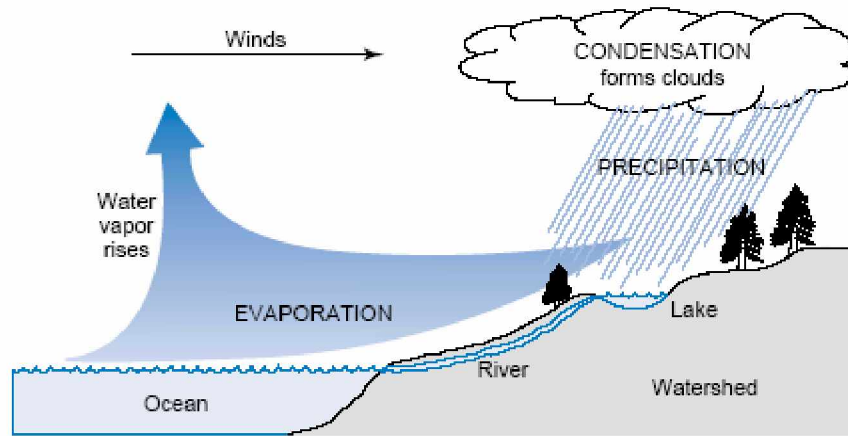

شكل ١–٩ يبين أنواع الشعاب المرجانية

الشعاب المرجانية تتكون من الحجر الجيري الذي كونه حيوان بوليب المرجان والذي يعيش علي سطحه وتوجد ثلاثة أنواع من الشعاب المرجانية هي الشعاب الهامشية (fringing reef) والشعاب الحاجزية ( barrier reef) و الجزر المرجانية ( atolls reef) ،فالشعاب الهامشية تقع علي بعد مسافة بسيطة من الشاطيء وتكون موازية للساحل الرئيسي او الجزيرة التي تحيط بها وتكون المياه علي الجانب من الشعاب المواجه للأرض ضحلة بينما الجانب المواجه للمياه المفتوحة تكون به المياه عميقة ،وتنمو الشعاب في الجانب المواجه للمياه أسرع من الجانب المواجه للأرض نتيجة حركة المياه المستمرة والتي تسمح للمرجان بالحصول علي الغذاء والأكسجين و تتواجد الشعاب الهامشية حول جزر فلوريدا في البحر الكاريبي اما الشعاب التي تنمو بكثرة في المياه فهي الشعاب الحاجزية حيث تقع علي بعد ٢٥ كم من الشاطيء وتكون مفصولة عن الجزر التي تحيط بها بفتحات ويعتبر من اشهر الشعاب الحاجزية في العالم هو الحاجز المرجاني العظيم قرب استراليا حيث يبلغ طول الشعاب ٢٠٠٠ كم طولا،تنمو كلا من الشعاب الهامشية والحاجزية حتى حافة سطح الماء إلا انه عند حلول الجزر فان قمتها ترتفع فوق الماء بحيث قد تحطمها الأمواج والتيارات وقد تتجمع هذه الأجزاء المكسرة من المرجان علي قاع المحيط وتأخذ في التجمع بشكل كبير إلي أن تكون جزرا مرجانية صغيرة مثل جزر فلوريدا وكايمان في الولايات المتحدة ،ينتشر خلال جنوب الهادي والهندي تركيبات مرجانية تسمي الجزر المرجانية (atolls) فهي مجموعة من الجزر المرجانية التي تكون علي شكل دائرة تتواجد في منتصفها بحيرة ضحلة (lagoon) التي قد تتراوح في الاتساع ما بين ١–١٢ كم .

# الكوكب المائى




شكل ١–١٠ يبين نسبة المياه في المحيطات

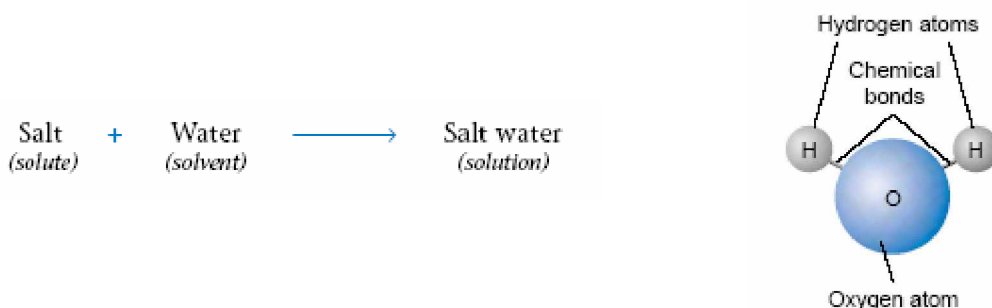



شكل ١–١١ يبين دورة المياه علي سطح الأرض

لو انك نظرت الي خريطة العالم في الاطلس ستجد ان ٧١ ٪ من مساحة كوكبنا عبارة عن ماء و ٢٩ ٪ المتبقية هي عبارة عن القارات حيث تفصل القارت الكتل المائية الضخمة المسماة بالمحيطات الي اربع محيطات رئيسية هي المحيط الهادي (pacific ocean ) والمحيط الاطلنطي *(atlantic ocean)* والمحيط الهندي *(Indian ocean)* والمحيط الشمالي *(arctic ocean)* وهناك اجسام مائية اصغر بين القارت تسمي بالبحار حيث تتدفق كل من بحار العالم ومحيطاته مكونة كتلة مائية متصلة .

كمية المياه الموجودة في البحار والمحيطات هي ما تحدد منسوب سطح الماء *(sea level)* وهي النقطة التي يلامس فيها الماء خط الشاطيء *(strandline)* ولقد تغير هذا المنسوب علي مر العصور الجيولوجية فمنذ ١٢ الف سنة في نهاية العصر الجليدي كان منسوب سطح البحر اقل مما هو عليه الان حوالي ١٠٠ م فخلال هذه الفترة كان جو الارض باردا جدا وتزايدة تساقط الثلوج مما جمد كمية كبيرة من المياه وحولها الي ثلوج في قطبي الارض وبعد انقضاء العصر الجليدي ذابت كمية كبيرة من هذه الثلوج رافعت منسوب المياه الي مستواه الحالي ولا زال منسوب مياه البحر يرتفع بمعدل بسيط جدا كل عام ولان ماء البحر محلول خاص مكون من عدة مواد  لذا فهو يسمي بالمذيب *(solvent)* وتسمي الأملاح التي بداخله بالمذاب *(solute)* حيث

يكون كلا من المذيب والمذاب محلولا له خواص خاصة والسؤال الذي يطرح نفسه الآن كيف تذوب هذه الأملاح في الماء ونجد اجابة هذا السؤال في تركيب جزيئات الماء نفسها حيث يتكون جزيء الماء من ذرتين هيدروجين وذرة أكسجين ($H_2O$) حيث نلاحظ ان ذرة الاكسجين تحتوي علي عدد من الالكترونات اكثر من الموجود في ذرة الهيدروجين لذا نلاحظ ان الجهة الاكسجينية من المياه اكثر سالبية من الجهة الهيدروجينية وكذلك فان الجزء الهيدروجيني اكثر ايجابية من الجانب الاكسجيني فالشحنات المختلفة لكلا الجهتين تنتج جذب بسيط بينهم يكون رابطة هيدروجينية ضعيفة ،لذلك فانه عند اضافة احد الاملاح مثل ملح الطعام ( كلوريد الصوديوم (Na Cl) ) الي ماء الصنبور فان الشحنات المختلفة لجزيئات الماء تجذب ايونات الملح اليها حيث تتجه ايونات الكلور السالبة الي جزيئات الهيدروجين الموجبة بينما تتجه ايونات الصوديوم الموجبة الي جزيئات الأكسجين السالبة .



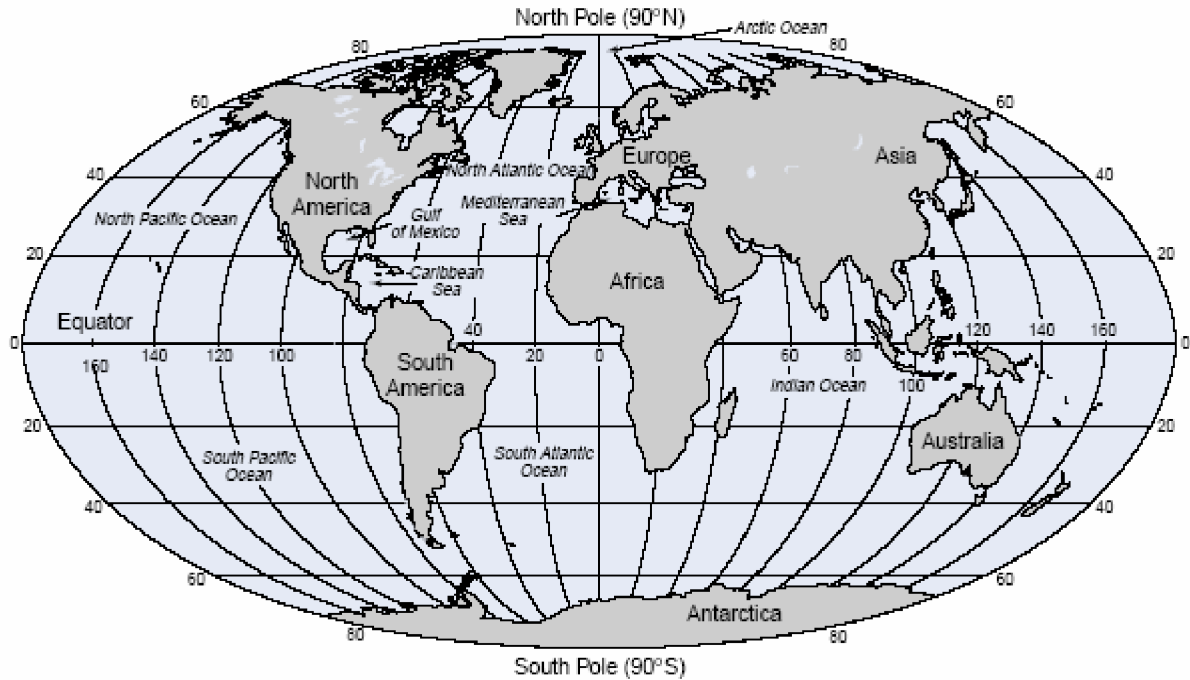

شكل ١–١٢ تركيب جزيء الماء– تركيب محلول مياه البحر

ومع ان كلوريد الصوديم هو الملح الاكثر نسبة في ماء البحر الا انه يوجد العديد من الأملاح الأخري كما تري في الجدول التالي.

| الملح | نسبة وجوده في المياه ٪ |
|---|---|
| كلوريد الصوديوم | ٦٧ |
| كلوريد الماغنسيوم | ١٤,٦ |
| كبريتات الصوديم | ١١,٦ |
| كلوريد الكالسيوم | ٣,٥ |
| كلوريد البوتاسيوم | ٢,٢ |
| وبقية الاملاح البحرية | ١,١ |

ما هي خواص مياه البحار والمحيطات ؟ قبل ان نجيب علي هذا السؤال يجب ان نعرف اولا كيف يمكننا تحديد مكان بعينه علي سطح الارض ؟ فاجابة هذا السؤال هو ما سيساعدنا علي فهم كثير من حقائق السؤال الاول وحقائق اخري متعلقة بالابحار حول الأرض.

# خطوط الطول وخطوط العرض




شكل ١-١٣الكرة الأرضية موضحا عليها خطوط الطول والعرض

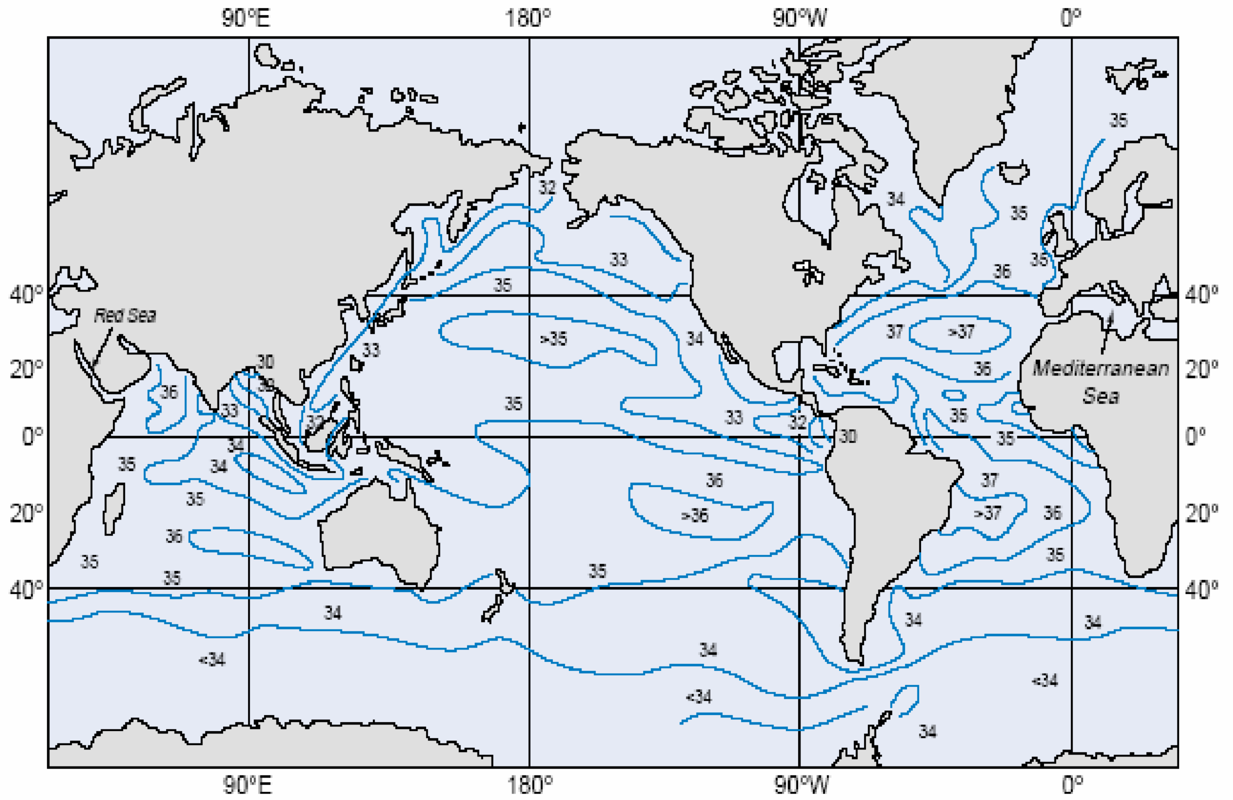
لتحديد مكان ما بدقة كبيرة علي ظهر الأرض فان البشر ابتكروا نظاما شبكيا يقسم الارض الي عدة خطوط طولية وعرضية فخط الاستواء *(Equator)* احد أهم هذه الخطوط في الشبكة حيث يقسم الكرة الارضية الي نصفين نصف شمالي واخر جنوبي حيث تزيد نسبة المياه في النصف الجنوبي عن النصف الشمالي بحوالي ٢٠ ٪ وبقية الخطوط الموازية لخط الاستواء تسمي بخطوط العرض حيث تقاس المسافات شمال وجنوب خط الاستواء بالدرجة فخط الاستواء هو الدرجة صفر وخط عرض نهاية القطب الشمالي ٩٠ درجة شمالا وخط عرض نهاية القطب الجنوبي هو ٩٠ درجة جنوبا وبقية خطوط العرض تقع بين درجة صفر لخط الاستواء و٩٠ درجة شمال وجنوب خط الاستواء .

أما خطوط الطول : تقاس بالدرجات ايضا شمال وجنوب خط الطول الرئيسي الذي يمر من مدينة جرينتش بانجلترا و الذي هو خط الصفر لخطوط الطول فالارض مقسمة الي ٢٤ خط طول بين كلا منهم ١٥ درجة مئوية فخطوط الطول تغطي ١٨٠ درجة شرقا و ١٨٠ درجة غرب خط الطول الرئيسي وبذلك نستطيع تحديد الاماكن بدقة كبيرة باستخدام خطوط الطول والعرض .

## - خواص مياه المحيطات

### ١-الملوحة

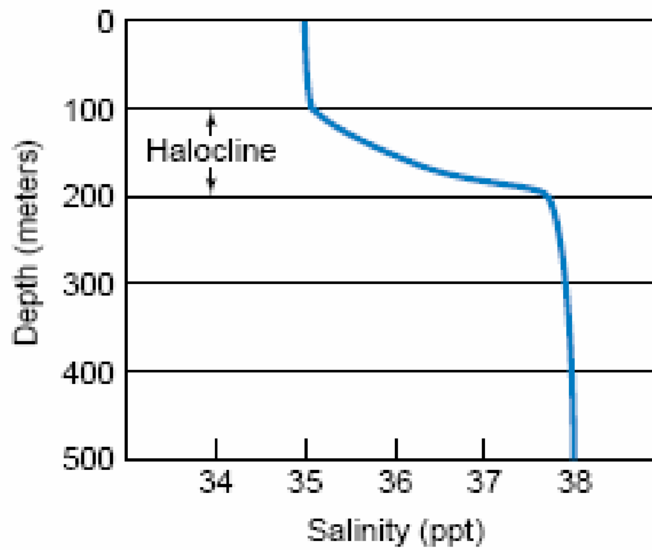
لعل أهم الصفات التي تميز ماء البحر عن الماء العذب هو الملوحة حيث تقدر ملوحة مياه البحار بحوالي ٣٥ جزء في الألف ( ٣٥ ٠/:) وهي تختلف اختلافا طفيفا من مكان الي مكان فعلي سبيل المثال فالمياه السطحية لوسط الأطلنطي تسجل ملوحة حوالي ٣٧ جزء في الالف بينما يسجل كلا من البحر الاحمر والمتوسط ملوحة حوالي ٤١ جزء في الالف نظرا لتواجدهم في مناطق استوائية تزيد فيها معدلات البخر وقلت الأمطار كما أن هذه البحار تتصل بالمحيط خلال فتحات ضيقة ولعلك لاحظت الآن العوامل التي تؤثر علي ارتفاع او انخفاض ملوحة المياه وهي البخر العالي مع عدم سقوط امطار كما يحدث عند خط ٢٠ درجة جنوب وشمال خط الاستواء بينما عند خط الاستواء يعوض البخر العالي الامطار الكثيفة التي تسقط في تلك المنطقة فعندما تتبخر المياه تترك الاملاح خلفها مسببة ارتفاع في ملوحة ماء البحار وكذلك الاتصال بالمحيط بمضايق ضيقة وكذلك قلة او زيادة مياه الانهار التي تصب في المحيط او مجاري السيول التي تتجه الي المحيط ايضا كلها عوامل تساهم في ارتفاع او انخفاض ملوحة مياه البحار،




شكل ١-١٤ يوضح نسبة الملوحة السطحية في البحار والمحيطات

ولا تختلف ملوحة المياه سطحيا فقط بل تتباين كذلك مع العمق فكما تري في شكل ١-١٥ الذي أمامك فان ملوحة القاع تزيد عن تلك الموجودة علي السطح ولكن هذه الزيادة في الملوحة مع العمق ليست زيادة منتظمة، كما نلاحظ زيادة معدل الملوحة بصورة مفاجئة وسريعة ما بين عمق من ١٠٠ و٢٠٠ م حيث يطلق علي هذه المنطقة من الزيادة الكبيرة المفاجئة في الملوحة المنحني الملحي (*halocline*) ويرجع سبب زيادة الملوحة مع العمق الي درجة حرارة القاع المنخفضة مما يجعل

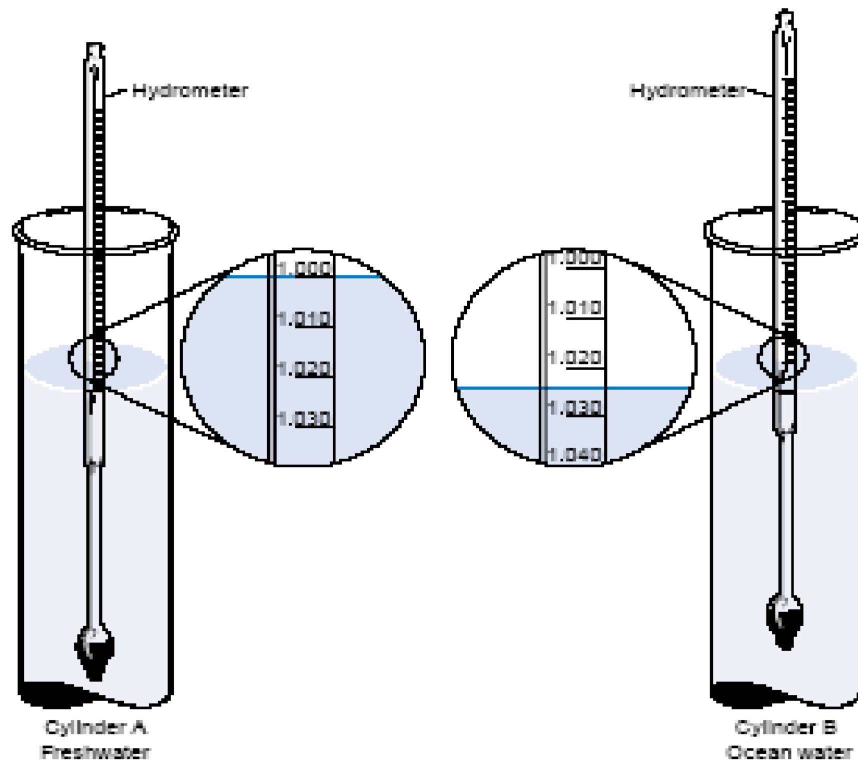
جزيئات الماء تقترب من بعضها اكثر وتصبح اكثر كثافة مما يجعل جزيئات الاملاح تقترب من بعضها ايضا مسببة زيادة في الملوحة مع العمق ،



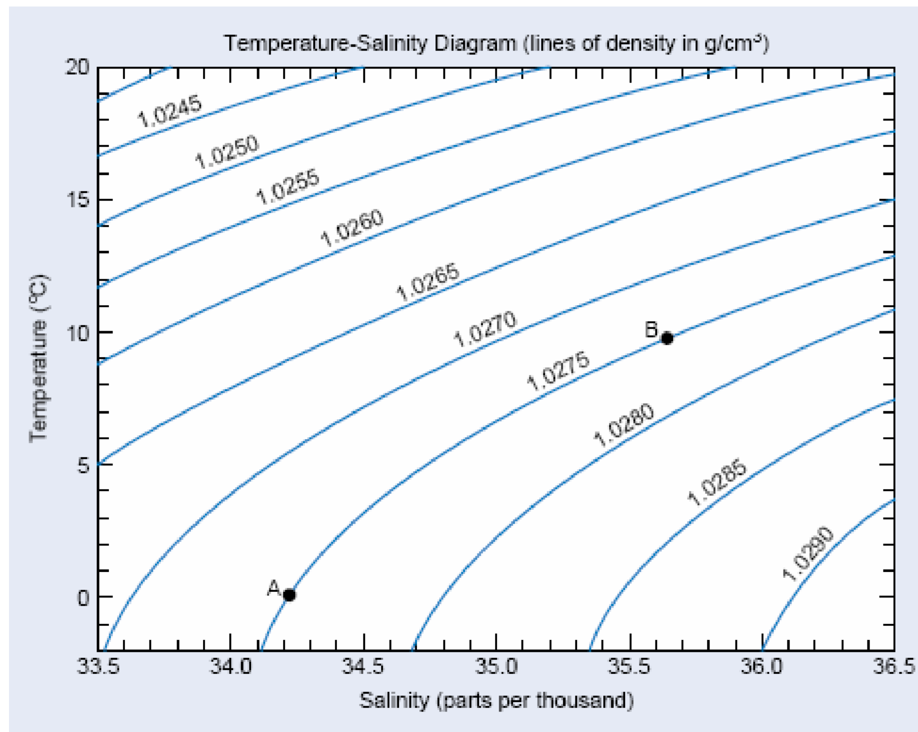

شكل ١–١٥ يبين زيادة نسبة الملوحة مع العمق

وتجلب المحيطات املاحها من مصادر متعددة فمياه الانهار والسيول التي تتدفق الي المحيطات ليست مصدرا للماء العذب فقط بل انها مصدرا كذلك للاملاح التي تقشط من مجاري الانهار والجبال وكذلك فان فتحات المياه الساخنة *(hydrothermal vents)* في اسفل قاع المحيط مصدرا مهما للاملاح والمعادن كذلك .

كيفية تقدير نسبة الاملاح في المياه : توجد اكثر من طريقة لتقدير نسبة الاملاح الموجودة في المياه احدها هو التبخير الكلي للمياه وتقدير كمية الاملاح المتبقية بعد التبخير والطريقة الاخري عن طريق قياس كثافة المياه بمقياس الكثافة *(hydrometer)* والذي هو عبارة عن انبوبة زجاجية مفرغة بها ثقل من اسفل ليحافظ علي الوضع الثابت لمقياس الكثافة في المياه حيث يعطي مقياس الكثافة قراءة كثافة المياه والتي تحول الي نسبة الاملاح الموجودة في المياه بعد قياس درجة الحرارة عن طريق المنحنيات التي تراها في شكل ١–١٧ .




شكل ١-١٦ يبن شكل مقياس الكثافة *(hydrometer)*



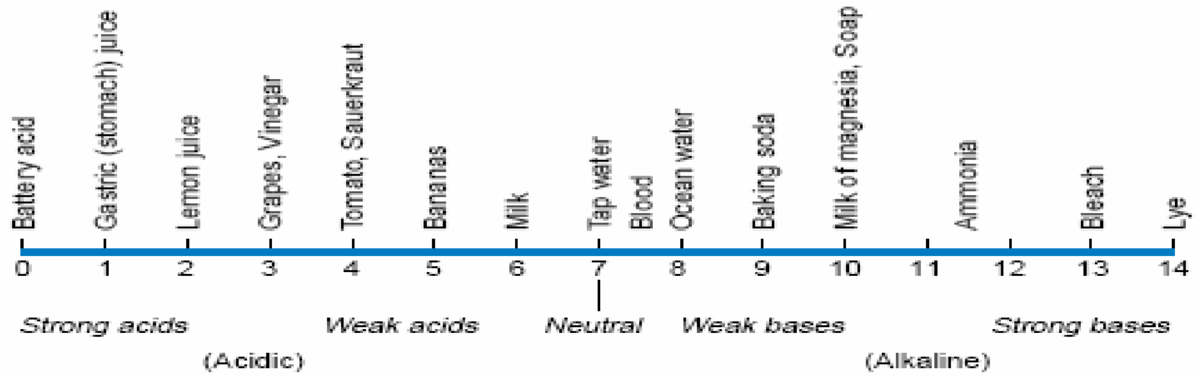

شكل ١-١٧ منحنيات تحويل الكثافة إلي الملوحة بمعلومية درجة الحرارة

## ٢- الاس الهيدروجيني (PH)

ينفصل جزيء الماء في بعض الحالات الي ايونات الهيدروجين وايونات الهيدروكسيل كما تري في المعادلة




فالمحاليل التي يزيد فيها ايون الهيدروجين عن ايون الهيدروكسيل تسمي بالأحماض اما المحاليل التي يزيد فيها ايون الهيدروكسيل عن ايون الهيدروجين تسمي بالقواعد او القلويات اما المحاليل التي يتساوي فيها ايونات الهيدروجن والهيدروكسيل فتكون محاليل متعادلة ،فدرجة حمضية او قاعدية محلول تسمي بالأس الهيدروجيني *(pH)* وهي تشير الي تركيز ايونات الهيدروجين في المحلول وهي تقاس بمقياس يبدا من ٠ الي ١٤ فالحمض له اس هيدروجيني من ٠ – ٦,٩ علي المقياس وخواص الحموضة هي الطعم اللاذع اما المحاليل القاعدية فلها اس




شكل ١–١٨ يوضح مقياس الأس الهيدروجيني مع بعض الأمثلة

هيدروجيني بين ٧,١ –١٤ علي المقياس فالقواعد تشمل هيدروكسيد الصوديوم والبوتاسيوم والمنظفات والصابون وأدوية معادلة حموضة المعدة، اما المواد المتعادلة فيكون لها أس هيدروجيني يساوي ٧ والأس الهيدروجيني لماء البحر هو ٨ أي أن ماء البحر قاعدة ضعيفة ولكن بعض الاجسام المائية الصغيرة المغلقة مثل البرك والبحيرات قد تتحول مياهها الي الحامضية نتيجة تساقط الامطار الحامضية والتي تتكون عندما تمتص رطوبة الجو الكيماويات الناتجة عن احتراق الوقود الحفري مثل الفحم والبترول ،ففي العديد من البحيرات والمستنقعات العذبة كانت الامطار الحمضية مسئولة عن انخفاض الاس الهيدروجيني الي ٤–٥ مما سبب موت العديد من الاحياء التي تعيش في هذه المياه ،اما مياه البحار والمحيطات فتعتبر أكثر ثباتا من حيث الأس الهيدروجيني نظرا للكتلة المائية الضخمة للبحار والمحيطات وكذلك لوجود المواد المنظمة *(Buffers)* والتي تساعد علي ثبات الاس الهيدروجيني فهذه المواد تقلل من ميل ماء البحر الي الانخفاض في الاس الهيدروجيني وكذلك تقلل من ميل ماء البحر الي زيادة الاس الهيدروجين ومن أهم هذه المنظمات في ماء البحر هي الكربونات ($Co_3^{-2}$) فمجموعة الكربونات عند زيادة ايون الهيدروجين في المياه تتحد معه جاعلة الماء اقل حامضية وكذلك فانه عند ارتفاع الاس الهيدروجيني في المياه فان الكربونات لها القدرة علي ترك ايون الهيدروجيني لتقلل من قاعدية المياه كما تري في المعادلة

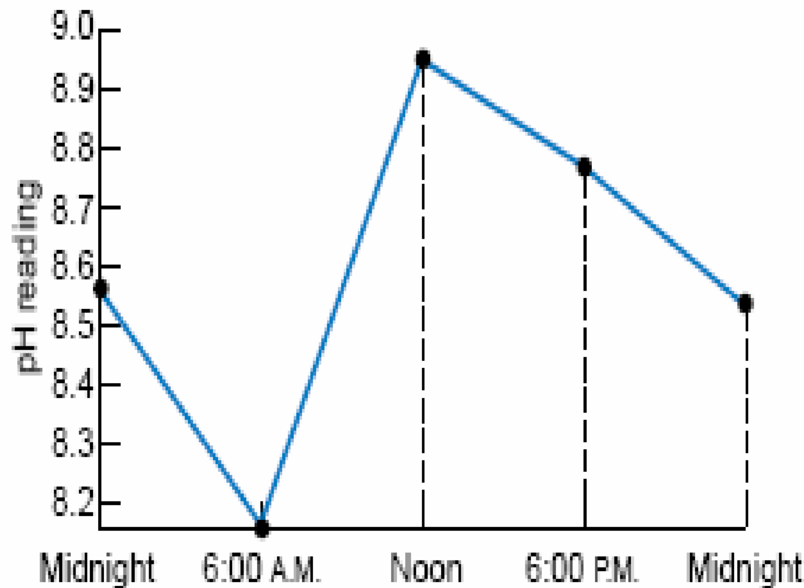






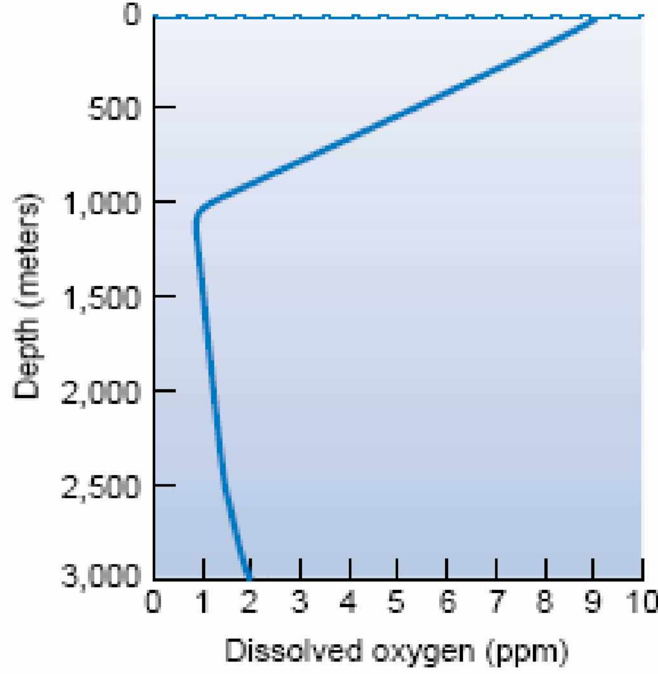



ويختلف الأس الهيدروجيني اختلافا طفيفا علي مدار اليوم فخلال ساعات النهار التي تزيد فيها عمليات البناء الضوئي فان ثاني اكسيد الكربون ينتزع من المياه مما يجعل المعادلة تتجه نحو اليسار نحو انتزاع الهيدروجين وعندما تنتزع ايونات الهيدروجين فان الماء يصبح اقل حمضية اما في المساء عندما يتوقف البناء لضوئي ولكن تنفس الكائنات يكون مستمرا فان المعادلة تسير نحو اليمين لينتزع ثاني اكسيد الكربون الزائد وتزيد كمية الهيدروجين فيقل الاس الهيدروجيني فالتاثير العكسي لكلا من البناء الضوئي والتنفس يحدث اختلافا طفيفا في الاس الهيدروجيني علي مدار اليوم الواحد.




**شكل ١-١٩ يبين اختلاف الأس الهيدروجيني في المياه علي مدار اليوم**

## ٣- الأكسجين في المياه




**شكل ١-٢٠ يوضح نسبة الأكسجين الذائب في الماء مع العمق**

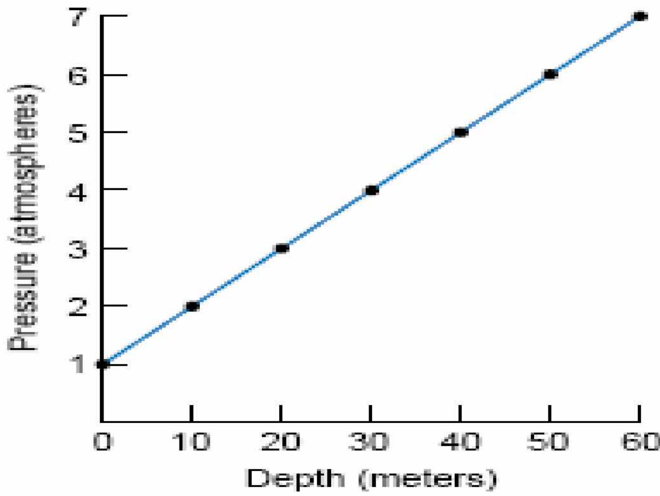
ربما تكون مفاجأة كبيرة لك ان تعلم ان معظم الاكسجين الذي تتنفسه قادم في الاساس من المحيطات والبحار حيث تقوم كلا من النباتات والطحالب البحرية بعمليات البناء الضوئي لانتاج الاكسجين حيث يذوب بعضه في الماء اما الجزء الباقي فانه ينطلق في هواءنا الجوي وتقدر نسبة الأكسجين الذائب *(DO)* في المياه بالجزء في المليون حيث تتراوح ما بين ١-١٢ جزء في المليون وهذه النسبة اقل بكثير من النسبة الموجودة في الهواء الجوي والتي هي ٢٠٠ جزء في المليون وتتنفس الكائنات البحرية الاكسجين الذائب عن طريق اغشية خلايها الرقيقة الرطبة او عن طريق اغشية تركيبية خاصة تسمي بالخياشيم ،وكما تري في شكل ١-٢٠ المقابل فان توزيع نسبة الاكسجين تختلف باختلاف العمق حيث تقل كمية الاكسجين مع الزيادة في العمق الي ان تصل الي منطقة اقل كمية أكسجين *($O_2$ minimum zone)* عند عمق حوالي ١٠٠٠ م وتاخذ نسبة الاكسجين في الزيادة الطفيفة بعد هذه النقطة نتيجة لدرجة الحرارة المنخفضة وضغط المياه الموجود في القاع، و يرجع السبب في وجود هذه النسبة من الاكسجين الذائب في القاع هو حركة الجسم المائي للمحيط الذي يقوم بنقل بعد الأكسجين الذائب إلي القاع وتتركز معظم كمية الأكسجين الذائب علي السطح حتي عمق ٦٠ م بسبب وجود الطحالب والنباتات التي تقوم بالبناء الضوئي في ضوء الشمس منتجة الأكسجين .

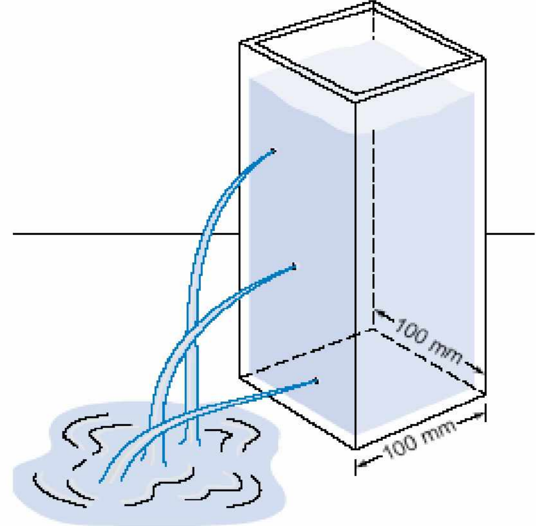
## ٤-الضغط المائى

نسمع كثيرا عن الضغط حيث يعرف الضغط بانه القوة الواقعة علي مساحة معينة لذا يتم تمثيله بابعاد القوة والمساحة حيث يقاس الضغط بوحدة الباسكال *(Pa)* والتي تكافيء ١ نيوتن لكل متر مربع *($N/M^2$)* حيث النيوتن وحدة قياس القوة والمتر المربع وحدة قياس المساحة ويمكن تمثيل هذه العلاقة بالمعادلة الاتية

$$Pressure(pa)=force(N)/Area(M^2):$$

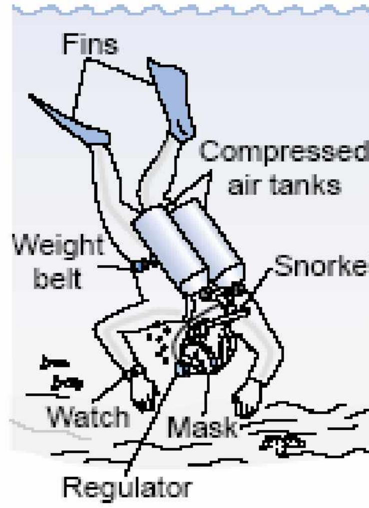
وكما تري في شكل ١-٢٤ الذي أمامك تلاحظ أن الضغط في قاع الاناء اكبر من منتصف وسطح الاناء ويدل علي ذلك اندفاع الماء بقوة للامام في فتحة نهاية الإناء نتيجة زيادة الضغط عند القاع.




شكل ١-٢١ يوضح الضغط في إناء واحد-زيادة الضغط مع العمق

نفس الأمر يحدث في غلافنا الجوي فكتلة العدة كيلو مترات من الهواء االموجودة فوق سطح الارض تكون الضغط الجوي الذي يعادل ١٠١ كيلو باسكال اما الضغط اسفل المياه فيسمي بالضغط المائي *(hydrostatic pressure)* حيث يزيد الضغط مع الزيادة في العمق بصورة منتظمة حيث يزيد بمقدار ١ضغط جوي (١٠١ كيلو باسكال) كل ١٠ م عمقا أي ان الغواص علي عمق ٦٠ م يكون واقعا تحت تاثير ضغط مائي مقداره ٦ ضغط جوي بالاضافة الي ضغط الهواء الجوي فيكون مجموع الضغوط الواقعة عليه ٧ ضغط جوي وقد يسبب الضغط بعض المشاكل للغواصين تحت الماء وتعرف المشاكل المتعلقة بالضغط بامراض ضغط الماء *(Barotraumas)* وهناك ثلاثة انواع من هذه الاضرار الضرر الحادث عند الهبوط والضرر الحادث عند الصعود والتخدير النيتروجيني.




شكل ١-٢٢ يوضح شكل بذلة الغطس

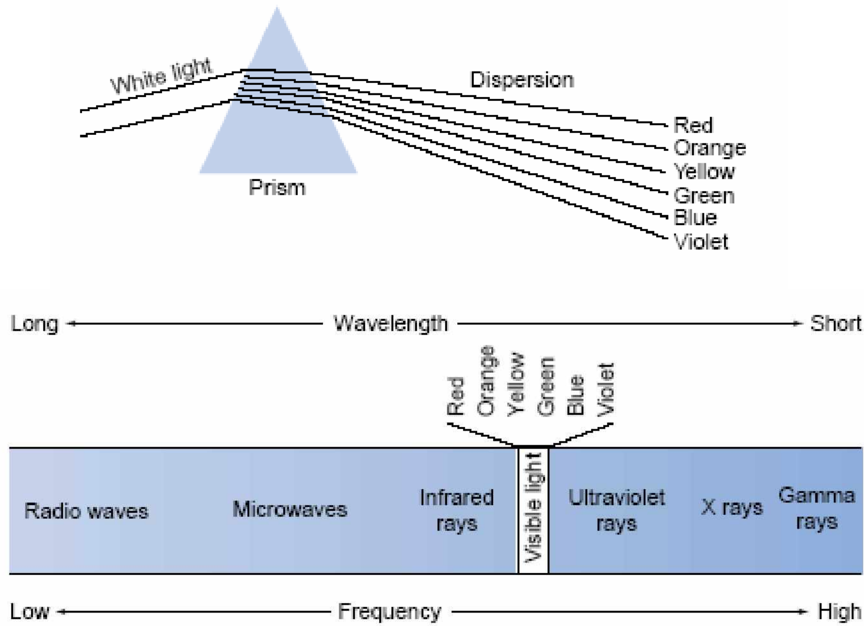
١- أضرار الهبوط : بمجرد الهبوط تحت الماء فان الغواص يتعرض للضغط علي كامل جسده و أول الأجزاء أحساسا بهذا الضغط تكون الاغشية الرقيقة في الجسم كطبلة الاذن والعيون والتي تضغط قليلا للداخل وكذلك تجاويف او جيوب الوجه حيث يبدأ الغواص بالشعور بالألم وعدم الراحة فآلام الأذن تسمي ضغط الاذن (ear squeeze) والالم في الجبهة يسمي بضغط الجيوب (sinus squeeze) قد يزول الالم عن طريق تخفيف الضغط بسد الانف والنفخ من خلالها وهي مغلقة فإذا زال الألم يمكن للغواص ان يستمر في الهبوط فاذا عاد الألم فعلي الغواص ان يبدأ بالصعود لأعلي ببطيء وينظف الجيوب عن طريق النفخ في الانف .

٢- اضرار الصعود: الصعود بسرعة من القاع الي السطح يمكن ان تنتج عنه اضرر كثيرة للغواصين وهذا الضرر يسمي بالالتواء فعندما يتنفس الغواص تحت الماء فان الاكسجين يذوب في دمه عند هذا الضغط فلو صعد الغواص بسرعة فانه بذلك يذيل الضغط عن هذا الغاز مما يجعل هذا الغاز يخرج من سائل الدم مكونا فقاعات صغيرة في الدم فهذه الفقاقيع الهوائية يمكن ان تتحرك نحو الانسجة والمفاصل جاعلة الغواص ينحني من الالم (سبب تسميتها بامراض الالتواء) واذا كان تصاعد الفقاقيع قويا فانه قد يسبب الموت او العجز ويعد التأثير الأخر السيئ لمرض إزالة الضغط هو ان تسد هذه الفقاقيع احد الاوعية الدموية وخاصة لعضو حيوي مثل المخ او القلب ويحد ث هذا الامر عند صعود الغواص بسرعة كبيرة جدا وهو يكتم انفاسه نتيجة لكون الهواء داخل رئته كان واقعا تحت ضغط الماء لذا فقد كان مضغوطا فاذا زال هذا الضغط نتيجة الصعود للسطح فان الهواء يتمدد داخل الرئة مسببا تمزيق الحويصلات الهوائية ومندفعا الي الدم والي الأوعية الدموية ومسببة الاغماء او الشلل او الموت ،فلكي نتغلب علي هذا الامر فان الغواص يجب ان يصعد ببطيء بمعدل ١٠ م /د ويجب ان يتنفس بكفاءة اثناء صعوده إلي السطح وتتم معالجة أمراض إزالة الضغط بوضع الغواص المصاب في غرف مصنوعة من الصلب عند نفس الضغط الذي كان عليه في الماء لاذابة الفقاعات الهوائية الموجودة في الدم ثم نبدا بتخفيف الضغط شيئا فشيئا علي فترات قد تستغرق عدة ساعات حتي يتم التاكد ان الغازات داخل الدم قد ذابت بصورة كاملة وطردت بامان.

٣- التخدير النيتروجيني: الغواصين الذين يقومون بغطسات علي عمق أكثر من ٣٠ م تكون عرضة للاصابة بما يسمي بنشوة الاعماق او التخدير النيتروجيني وهو نوع من السلوك يشبه التسمم الكحلي حيث يبدو الغواص وكانه سكران حيث يصعب عليه التركيز ولا يستطيع تادية المهام البسيطة فهذه الحالة قد تسبب الخطر عل حياة الغواص وامنه حيث تنتج هذه الحالة نتيجة استنشاق غاز النيتروجين $(N_2)$ تحت ضغط ،فغاز اليتروجين الذي يشكل ٧٨ ٪ من الهواء الجوي الذي نتنفسه خامل عند الضغط الجوي العادي اما اذا تم استنشاقه تحت ضغط علي اعماق كبيرة فانه يكون له تاثير المخدر مشابها لتاثير اكسيد النيتروجين (غاز الضحك) الذي يستخدمه بعض اطباء الاسنان لتسكين الالام ،وللتغلب علي هذه المشكلة يتم استبدال غاز النيتروجين الموجود داخل انابيب الغوص بغاز الهيليوم للغواصين الذين يهبطون الي اعماق كبيرة .

## ٥-أشعة الشمس ولون ماء البحار

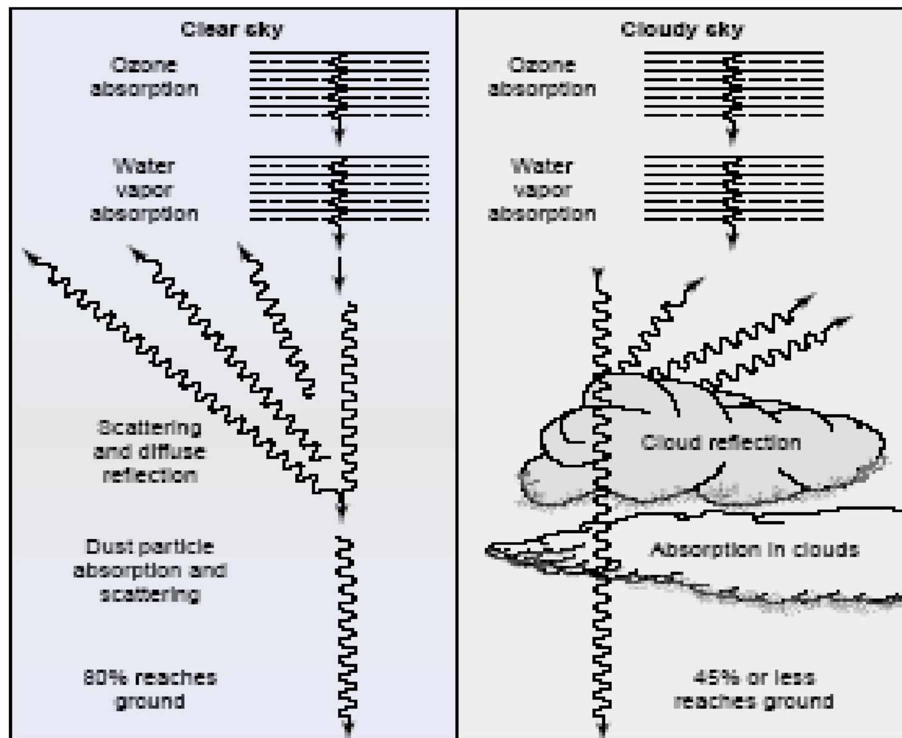
ضوء الشمس هو صورة الطاقة الاشعاعية القادمة من الشمس حيث يتكون الطيف المرئي للشمس من عدة انواع من الاشعة المكونة لالوان الطيف فكل لون له طول موجي محدد وكذلك تردد ،ومن المعلوم ان الطول الموجي وهو المسافة بين قمتين او قاعين متتاليين من الموجة و يتناسب الطول الموجي عكسيا مع التردد فكلما زاد الطول الموجي قل التردد الذي يعرف بانه عدد الامواج في الثانية الواحدة وكذلك كلما نقص الطول الموجي زاد التردد أي زادت قوة الموجة أي كانت طاقتها اعلي .




شكل ١-٢٣ يبين أطياف الضوء المنظور ويقسم الموجات تبعا لترددها وطولها الموجي

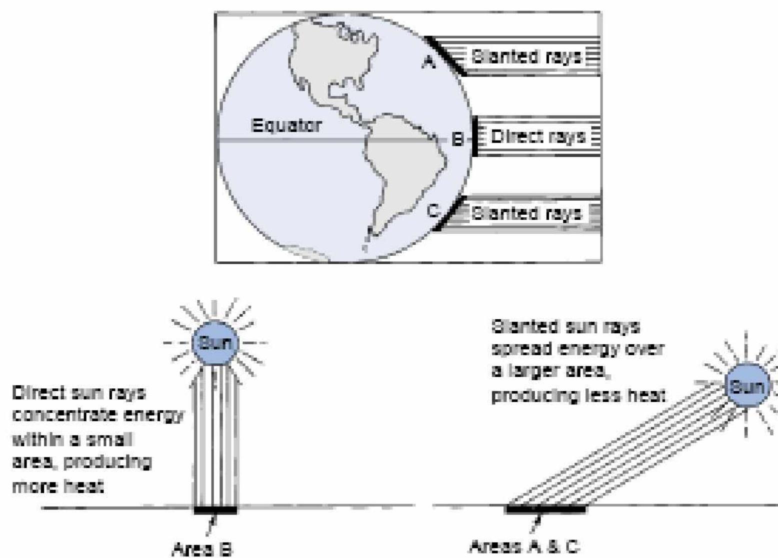
تبعا للظروف الجوية فان حوالي من ٢٠-٥٠ ٪ من اشعة الشمس القادمة الي الارض تنعكس من الغلاف الجوي عائدة الي الفضاء او تمتص في الغلاف الجوي اما بقية الضوء الذي يصل الي الارض الذي ينتقل خلال الغلاف الجوي فان جزء منه

ينعكس بعد سقوطه علي الارض وجزء اخر يمتص عن طريق يابسة وبحار الارض لذا فان ضوء الشمس ينعكس جزء منه الي الفضاء وينتقل جزء منه في الغلاف الجوي الي اليابسة والماء .




شكل ١-٢٤ يبين امتصاص وانعكاس وتشتت ضوء الشمس

ينفذ الضوء في المحيط الي عمق يتراوح بين من ٥٠ الي ١٠٠ م تقريبا اعتمادا علي درجة شفافية المياه حيث تسمي المنطقة التي يخترقها الضوء بالمنطقة المضيئة و التي يتباين عمقها تبعا للقرب او البعد عن خط الاستواء حيث تكون اكبر ما يمكن عند خط الاستواء لان اشعة الشمس في هذه المنطقة تكون عمودية ومباشرة اما بالابتعاد عن خط الاستواء شمالا وجنوبا فان أشعة الشمس تميل بزاوية اقل من ٩٠$^{0}$ لذا فهي تكون اقل شدة وتكون مسافة اختراقها للماء اقل مما يقلل المنطقة المضيئة.




شكل ١-٢٥ يبين الفرق بين الأشعة العمودية والمائلة

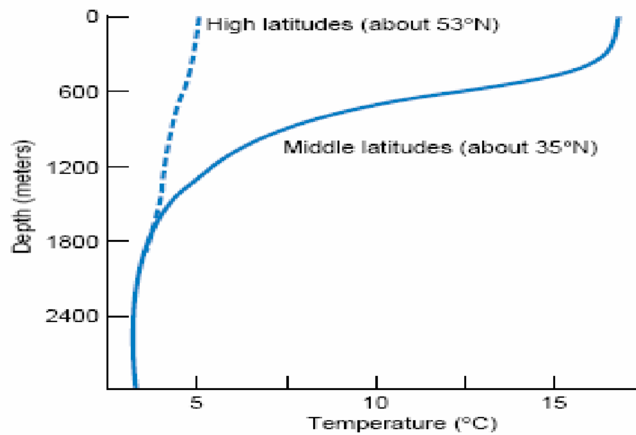
وكما ذكرنا سابقا بان لكل لون من اطياف اشعة الشمس والتي تستطيع ان تراها كاملة باستخدام منشور زجاجي طول موجي وتردد محدد لذا فان بعض الاطياف تكون اكثر طاقة من الاخري ولعل اقوي الاطياف طاقة هو الضوء الازرق الذي ينفذ الي اعماق كبيرة اكثر من بقية الالوان اما بقية الالوان ذات التردد المنخفض والطول الموجي الكبير مثل الاحمر والاصفر تمتص في بداية اول ١٠ م من مياه المحيط محولة طاقتها الي طاقة حرارية تدفيء الماء اما الضوء الازرق فنتيجة لاختراقه لمسافات بعيدة فهو يعكس هذا اللون الي عين المشاهد فيبدو ضوء البحر وكانه ازرق .

| Color (wavelength) | Depth Absorbed (meters) |
|---|---|
| Red | 5–10 |
| Orange | 10–15 |
| Yellow | 15–25 |
| Green | 30–50 |
| Blue | 60–100 |
| Violet | 10–30 |

أعماق امتصاص الألوان المختلفة لألوان الطيف

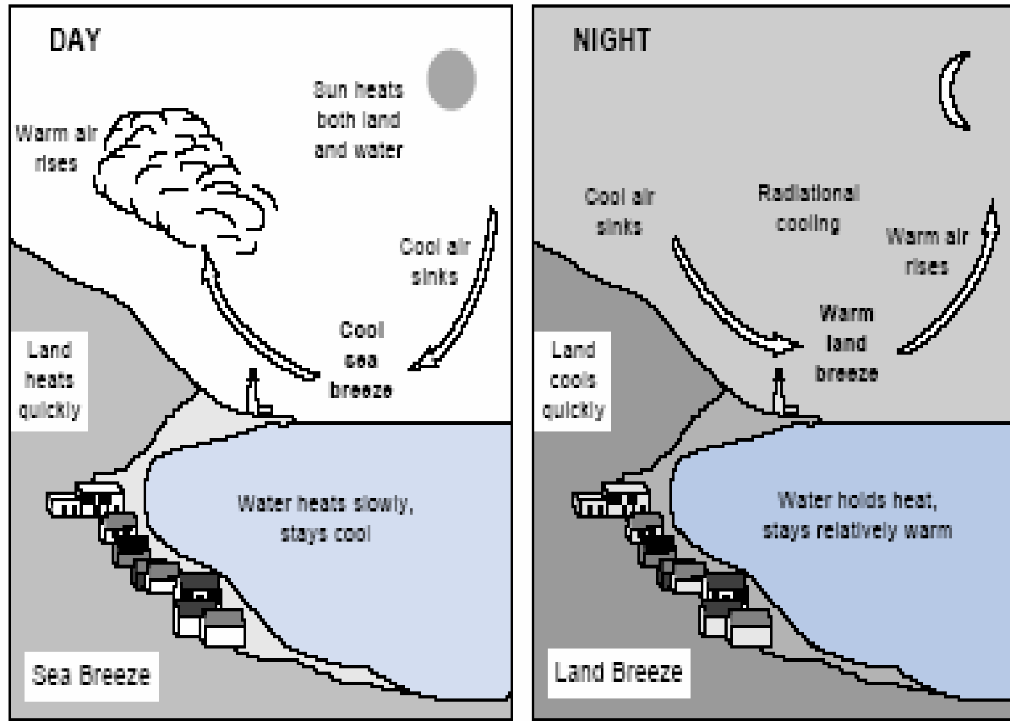
## ٦- درجة الحرارة

كما ذكرنا فان اشعة الشمس الساقطة علي المياه تتكون من عدة اطياف تتباين في شدتها لذلك فان معظم هذه الاطياف يتم امتصاصها في العدة امتار الاولي مسببة ارتفاع درجة حرارة المياه وتبعا لحدة وشدة درجة الحرارة علي سطح الارض باختلاف خطوط العرض فان درجة حرارة المياه السطحية تتراوح بين اقل من درجة تجمد المياه عند الاقطاب الي حوالي ٦٠ درجة عند خط الاستواء وتختلف درجة الحرارة كذلك بالاختلاف مع العمق حيث تقل دجة الحرارة مع الزيادة في العمق نتيجة لغياب ضوء الشمس الذي يسبب الدفيء و يكون النقص في درجات الحرارة بصورة غير منتظمة ولكن يظهر بشدة منحني الهبوط الحاد في الحرارة *(thermocline)*بين عمقي ٢٠٠–١٠٠٠ م.




شكل ١–٢٦ يوضح اختلاف درجة الحرارة السطحية وكذلك الاختلاف مع العمق

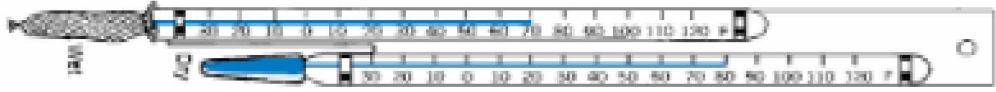
و من الشائع خلال الصيف ان المياه السطحية تكون ساخنة اكثر من الطبقات القاعية لذا فالطبقات السطحية تكون اقل كثافة فتظل طافية لاعلي فلا يحدث تقليب لطبقات المياه اما عندما تبرد طبقات المياه السطحية فان كثافتها تزيد فتهبط لاسفل ويحل بدلامنها مياه ادفيء فيتم التقليب بين الماء والاملاح في طبقات السطح والقاع وكما ذكرنا فان المياه تاخذ وقت اطول لكي تسخن لان السعة الحرارية للماء اكبرمن السعة الحرارية لليابسة لذا فان الهواء الملاصق لسطح الماء يكون اكثر برودة من ذاك الهواء الملامس لسطح اليابسة لذا فان الهواء الملاصق لليابسة يصعد لاعلي بعد ان يسخن ويحل محله الهواء الابرد نسبيا القادم من ناحية البحر لذا فان الجو في المناطق الساحلية يكون الطف من ذلك الموجود في المدن الداخلية البعيدة عن البحر ويسمي الهواء البارد القادم من البحر الي اليابسة بنسيم البحر (sea breeze) وهذا يحدث خلال ساعات النهار اما عندما يحل المساء فان الماء كما يسخن ببطيء فانه كذلك يفقد حرارته ببطيء علي عكس اليابسة التي تسخن بسرعة وتفقد حرارتها بسرعة كذلك لذا يكون الهواء الملاصق لليابسة خلال الليل اكثر برودة من الملامس لسطح الماء لذا فان الهواء يندفع من اليابسة الي البحر ليحل محل الهواء الدافيء الملاصق لسطح الماء ويسمي الهواء القادم من اليابسة الي البحر خلال المساء بنسيم البر (land breeze) ويعد المسئول عن ارتفاع الهواء الساخن سواء علي البر او البحر الي اعلي وحلول الهواء الأبرد مكانه هو تيارات الحمل المسئولة عن انتقال الحرارة في السوائل و الغازات والتي تحدثنا عنها عند انتقال الحرارة خلال طبقة وشاح القشرة الأرضية ، ولعل انخفاض درجة الحرارة عند الاقطاب هو المسئول عن تكون الجليد




شكل ١-٢٧ يبين حدوث عمليتي نسيم البر ونسيم البحر

## ٧- الرطوبة

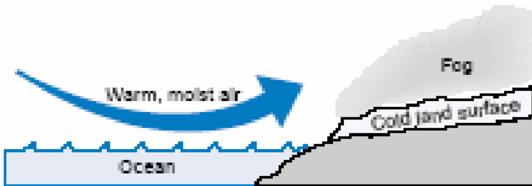
المحيطات لا تؤثر فقط علي درجة الحرارة بل لها تاثير كبير علي كمية بخار الماء الموجود الموجود في الهواء والمسمي بالرطوبة و نحن حين نقيس الرطوبة فاننا نقيس الرطوبة النسبية وما دام قد ذكرت نسبة فاننا بذلك نقارن بين شيئين وهي الرطوبة او نسبة بخار الماء الموجودة في الجو لنقارنها بنسبة بخار الماء المطلوبة لتشبع الهواء الجوي تشبعا كاملا ببخار الماء في نفس درجة الحرارة وتقاس الرطوبة باجهزة الهيجرومتر ومن اشهرها واسهلها الهيجرومتر الرطب الجاف *(psychrometer)* وهو عبارة عن ترومومترين لقياس الحرارة موضوعان بجانب بعضهم البعض احدهم مكشوف والترومتر الاخر عليه قطعة قماش مبللة بالماء حيث يوضع الجهاز في الهواء لعدة ثواني وبعدها نحسب الفرق بين قراءة الترومترين ومن فرق القراءة يتم تحويله عن طريق جداول مرفقة مع الجهاز الي نسبة الرطوبة المناظرة ويرجع الفرق في قراءة كلا من الترومترين الي الترومتر الرطب حيث يقلل الماء الذي علي انتفاخه دوما من درجة حرارته عن الترمومتر الأخر وكلما زاد الفرق بين الترومترين كانت الرطوبة قليلة وكلما قل الفرق كانت الرطوبة عالية لانه كلما زادت الرطوبة فان معدل تبخر الماء من القماشة المبللة علي انتفاخ الترمومتر سيكون قليلا ويكون الفرق في القراءات بين الترومترين بسيطا اما عند قلة بخار الماء في الجو فان التبخير سيكون عالي ويكون الفرق بين الترومترين كبيرا



شكل ١–٢٨ يبين الهيجرومتر الجاف – الرطب

فعلي سبيل المثال فانه عندما يكون الفرق في قراءة الترومترين ١ $^0$م فان الرطوبة النسبية ستكون ٩١ ٪ اما عندما يكون الفرق بين قراءة الترومترين ٥ $^0$ فان الرطوبة النسبية تكون ٥٩ ٪ وهكذا ، وجدير بالذكر ان الهواء الساخن يحتفظ بكمية بخار اكثر من التي يحتفظ بها الماء البارد فالهواء الساخن له نقطة تشبع اكبر من الهواء البارد لذا فانه عند مرور هواء رطب ساخن علي منطقة اوسطح بارد فان الهواء يصبح مشبعا لان الهواء البارد له نقطة تشبع اقل لتبدا الصور المرئية لبخار الماء مثل الضباب والندي بالظهور .

## الضباب (fog)




يطلق علي الهواء المشبع بالماء قرب سطح الارض اسم الضباب حيث يعتبر الضباب سحبا ارضية ويتكون الضباب حين ملامسة هواء رطب ساخن سطح بارد وكما ذكرنا سابقا بان درجة التشبع الهواء البارد اقل من تشبع الهواء الساخن ببخار الماء لذا فان الصورة المرئية لبخار الماء المعروفة بالضباب تبدا بالظهور وكذلك قد يتكاثف البخار علي الاسطح الباردة مكونا الندي ،وتعتبراكثر الاماكن ضبابا في العالم هو مدينة نيو فوند لاند في كندا حيث يصل معدل ايام الضباب فيها الي حوالي ١٢٠ يوم في السنة حيث ينتج

الضباب عندما يقابل الهواء الرطب الدافيء القادم من فوق خليج المكسيك نظيره التيار البارد القادم من لابرادو من الشمال إلي أسفل مكونة ضباب كثيف والتي قد تعيق الملاحة في تلك المنطقة ،وليس الضباب فقط هو صور التفاعل بين الهـواء الجـوي و المياه ولكن هناك ظواهر عدة تنتج عن التفاعل بين المياه والهواء مثل الأعاصير والأمواج والتيارات البحرية .

## الأعاصير (Hurricanes)

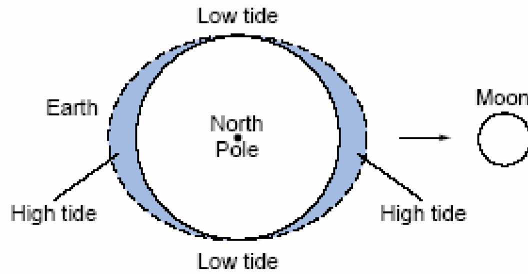


تولد الأعاصير في المناطق الاستوائية حيث يتوافر الدفيء والهواء الرطب الذي يرتفع إلي اعلي متكاثفا علي شكل سحب حلقية ارتفاعها حوالي ١٩ كيلومتر مندفعة بسرعة رياح تزيد عن ١٢٠ كيلومتر /ساعة فهذه الزوبعة من الهواء المرتفع تتحرك حركـة لولبية حول مركز الاعصار او كما يطلق عليه عين الإعصار وهي منطقة هادئة جدا والتي يتراوح قطرها بين ٢٥-٦٥ كم والـتي قد تبلغ في بعض الاعاصير الضخمة الي حوالي ٥٠٠ كم حيث قد يعتقد بعد الناس ان الاعـصار قـد مـر وانتهـي بينمـا هـم في الحقيقة ما زالو في منطقة عين الاعصار الهادئة والتي سوف يتبعها بعد قليل بقية الاعصار المدمر حيث يرتبط الـدمار بـاطراف الاعصار مع سرعة الرياح العالية وعندما تصل الاعاصير الي الارض تصبح اكثر دمارا حيث ترفع منسوب سطح الماء دافعة اياه نحو اليابسة مسببة غمر لتلك المناطق وتكون تلك العواصف أكثر تدميرا إذا حدثت وقت المد وخلال مرور الاعصار فـوق الارض تقل سرعته لان الرياح تتحرك ابطيء علي الارض كما انه لا توجد رطوبة كافية علي اليابسة لدعم وتقوية الاعصار لـذلك فانـه اذا استمر الاعصار بطريقه علي اليابسة فانه يتلاشي ويختفي وكذلك تفقد الاعاصير طاقتها اذا تحركت فوق الماء البـارد لانهـا تفقد حرارتها اللازمة لحركتها ،وتصنف الاعاصير طبقا لشدتها علي تدريج يأخـذ القـيم مـن ١الـي ٥ حيـث يـسمي بمقيـاس سافير-سيمبسون للضرر المحتمل للاعاصير فالإعصار ذو الرقم ١ اقل الاعاصير ضـررا بينمـا رقـم ٥ تـصل سـرعة رياحـه ٢٥٠ كيلومتر/ساعة ويسبب دمارا واسعا وكوراث لا تحصي ،فالإعصار اندرو عام ١٩٩٢ صنف من الفئة الرابعة ففـي يـومي ٢٣و٢٤ أغسطس قتل الإعصار اندرو ٦٢ شخص كما تسبب بخسائر ٢٥ مليار دولار أمريكي عند مـروره بمدينـة باهامـا جنـوب ولايـة فلوريدا ولويزيانا في الولايات المتحدة فلقد دمر هذا الإعصار ٢٥٠٠٠ منزل وقام بتشريد الآلاف .

# المد والأمواج والتيارات البحرية

## المد (tides)

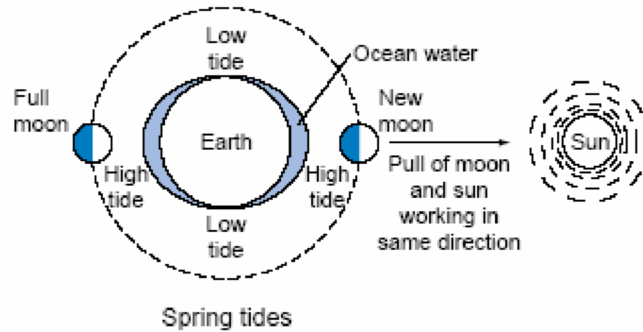
هو الارتفاع والانخفاض اليومي لمياه المحيط علي خط الشاطيء ويسمي اعلي ارتفاع يصل اليه الماء باعلي مد ويسمي اقل انخفاض يصل اليه الماء باقل جذر وتعرف المسافة بين اعلي مد واقل جذر بمدي المد او ارتفاع المد والذي يتراوح بين ١–٢ متر ولكنه قد يصل الي ٢٠ متر كما في احد خلجان كندا وهناك ثلاثة انواع من المد تبعا لعدد مرات حدوثه في اليوم الواحد فهناك المد النهاري *(diurnal)* وهو المد الذي يحدث فيه مد وجذر واحد علي مدار الاربع والعشرين ساعة اما الشواطئ التي يحدث بها مدين وجذرين في اليوم الواحد فيسمي هذا المد بالنصف نهاري *(semidiurnal)* وهناك نوع ثالث يجمع بين صفات المدين السابقين وهو المد الخليط *(mixed)* والذي يتعاقب فيه نوبتين من المد والجذر الا ان النوبة الاولي من المد والجذر تكون اكثر ارتفاعا من النوبة الثانية وكما تلاحظ من انواع المد ان الوقت بين اي مد وجذر لا يقل عن ست ساعات تقريبا ،ولعل السؤال الذي يطرح نفسه هو ما سبب حدوث ظاهرة المد والجذر ؟ تحدث ظاهرة المد والجذر نتيجة للجذب المتبادل بين القمر والارض والشمس حيث وضح العالم الانجليزي اسحاق نيوتن ان الاجرام السماوية في الفضاء بينها قوي جذب حيث تتواجد هذه القوي بين الارض والشمس والقمر ويعد المد احد دلائل هذه القوي بين الارض والقمر حيث تؤثر كلا من جاذبية الارض والقمر كلا علي الاخري ولان الارض اكبر من القمر فانها لا تنجذب الي القمر بل ان الماء الموجود علي الارض هو ما ينجذب نحو القمر مسببا ارتفاع الماء في الجهة المقابلة للقمر وفي الجهة البعيدة عنه اما النطقة الواقعة بين بروز او انتفاخ المد فيحدث فيها الجذر ونتيجة لدوران الارض حول محورها فان تعاقب المد والجذر يحدث علي طول شواطئ الارض ،



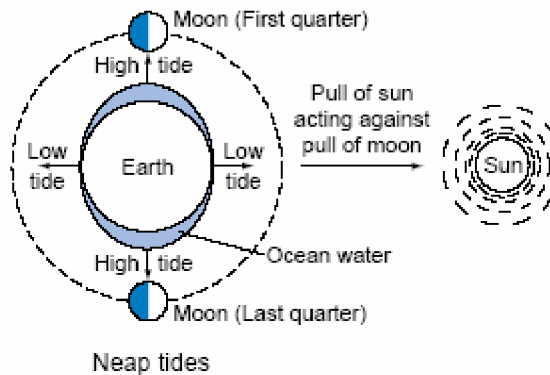

شكل ١–٢٩ يبين سبب حدوث المد نتيجة لجذب القمر للأرض

ويختلف مستوي ارتفاع الماء خلال المد تبعا لموضع القمر والشمس بالنسبة للارض فكما ذكرنا ان الشمس تؤثر كذلك بجاذبيتها علي الارض الا انه نظرا لبعد الشمس علي الارض لا يظهر هذا التاثير ولكن عندما تتواجد الشمس والقمر علي خط واحد مع الأرض فان جاذبية كلا من الشمس والقمر تتحد معا منتجة اعلي واقل مد ارتفاعا وهو ما يسمي بالمد العالي *(spring tide)* ويحدث هذا النوع من المد عند بداية ظهور واكتمال القمر أي مرتين فقط في الشهر اما الأسبوعين اللذان بين هذين الوقتين أي بين الربع الأول والثالث من حياة القمر فيكون فيه القمر مع الشمس والأرض يكونان زاوية قائمة لذا فان المياه لا ترتفع كما ترتفع بالمد العالي بل يحدث ما يسمي بالمد المحاقي *(neap tide)* ولأننا نعلم أن المدارات الفلكية تكون علي هيئة قطع ناقص اي انها ليست دائرية لذلك فانه علي طول مسار القمر مع الأرض يكون قريبا من الارض في بعد الاوقات عن

غيرها حيث تسمي نقطة الاقتراب القصوي للقمر من الارض بالحضيض القمري (perigee) اما ابعد نقطة في مسار القمر فتسمي بالاوج القمري (apogee) وكذلك فان الارض تقترب من الشمس في شهر يناير وتسمي نقطة الاقتراب كذلك بالحضيض الشمسي (perihelion) وتبتعد عنها في يولية وتسمي نقطة الابتعاد بالأوج الشمسي (aphelion) لذا فعند اتحاد الحضيض القمري مع الحضيض الشمسي ينتج مد اعلي من كل مد نتيجة اتحاد قوي الجذب من القمر والشمس وقرب مكانهم بالنسبة للأرض .



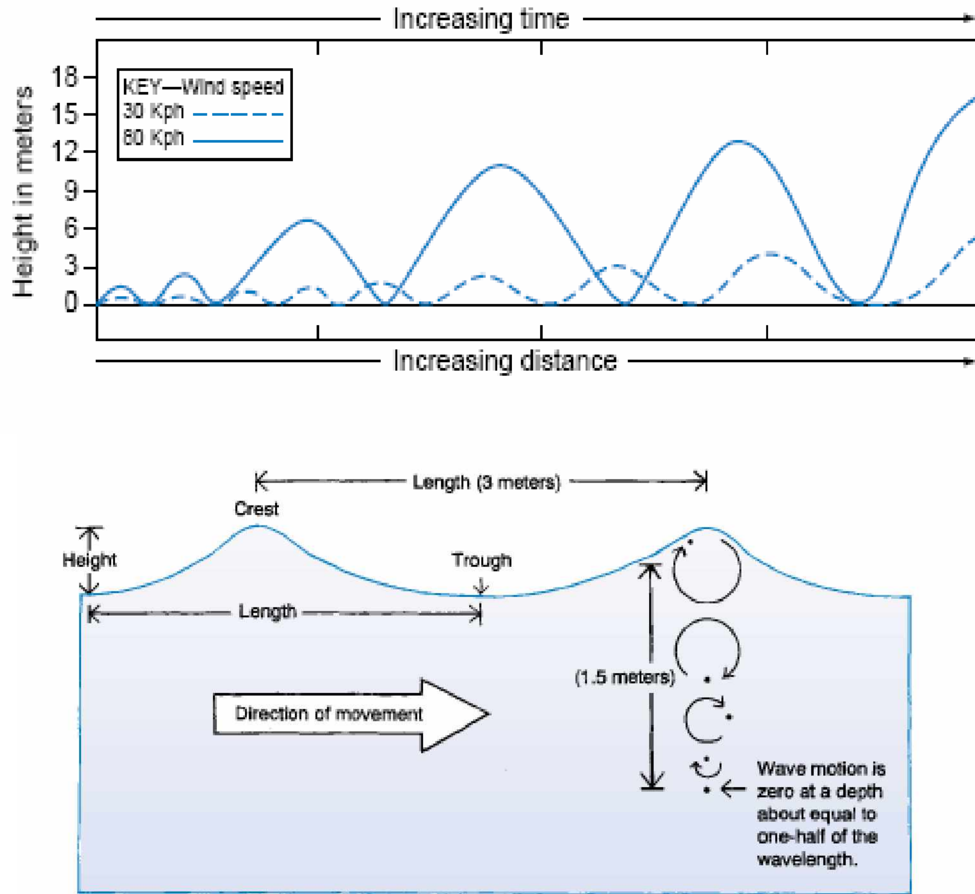

شكل ١–٣٠ يبين سبب حدوث المد العالي




شكل ١–٣١ يبين وقت حدوث المد المحاقي

## الأمواج البحرية (marine waves)

لو انك نفخت في احد اكواب الشاي الساخنة فستلاحظ تموج سطح الماء في كوب الشاي ونفس الفعل تفعله الرياح منتجة الامواج البحرية والتي هي عبارة عن ارتفاع وانخفاض سطح الماء حيث تتكون معظم الأمواج عن طريق الرياح التي تهب علي البحار مسببة تموج للسطح حيث تختلف قوة التموج تبعا لقوة الرياح وطول الوقت الذي تهب فيه والمساحة من الماء التي تهب عليها كل هذه العوامل هي التي تحدد حجم وسرعة الامواج الناتجة وقد يصل ارتفاع الموجة ( المسافة بين قمة وقاع الموجة) الي حوالي ٣٤ م ،فعندما تهب الرياح بانتظام فان قطارا متصلا من الموجات يتكون حيث تكون احد الامواج متبوعا بالموجة التي تليه وهذه الموجات مثل اي موجات حيث يحسب طولها الموجي بقياس المسافة بين اي قمتين او قاعيين متتالين من الامواج وكذلك يحسب زمن الموجة عن طريق حساب الوقت الذي تستغرقه الموجة الكاملة للعبور خلال نقطة معينة وعن طريق حساب طول الموجة وزمنها يمكننا حساب سرعتها بقسمة طول الموجة علي زمنها فلو فرضنا ان موجة طولها ١٠ م وزمنها خمس ثواني تكون سرعتها تساوي ٢ م / ث ،




شكل ١–٣٢ يبين أسباب حدوث الأمواج وأخر مدي تأثير للموجة في القاع تبعا لطولها الموجي

ويجب ان تعرف ان الموجات صورة من صور طاقة الحركة السطحية للماء فقط حيث تنتج هذه الطاقة بفعل الرياح منتجة قطارا سطحيا من الامواج التي تبتعد في المياه وما تلبث ان تستدير قممها بعد ان تفقد طاقتها وتبتعد عن منطقة تكوينها وقد تنطلق هذه الامواج حتي تصل الي الشاطيء محولة بقية الطاقة الباقية فيها علي هيئة تكسير امواج علي الشاطيء اي ان حركة الامواج لا تمتد الي قاع الماء بل ان الموجة السطحية يتلاشي تاثيرها تماما عند عمق يساوي نصف طولها الموجي اي ان الموجة التي طولها الموجي ١٠ م سوف يتلاشي تاثيرها عند عمق ٥ م من الماء وهذا ما يجعل الامواج تتحطم علي الشاطيء حيث تصل الامواج الي منطقة الشاطيء الضحلة وعندما ترتطم الموجة بالقاع عند عمق يساوي تقريبا نصف طولها الموجي فان سرعتها تقل وكذلك ارتفاعها يقل بسبب الاحتكاك مما يجعل قمتها تميل للامام وتتحرك نحو الشاطيء اسرع من قاعها وبذلك تتحطم الموجة علي الشاطيء وقد يختلف شكل تحطم الامواج علي الشاطيء تبعا لمدي انحدار قاع الشاطيء .

## أمواج سونامي (Tsunamis)

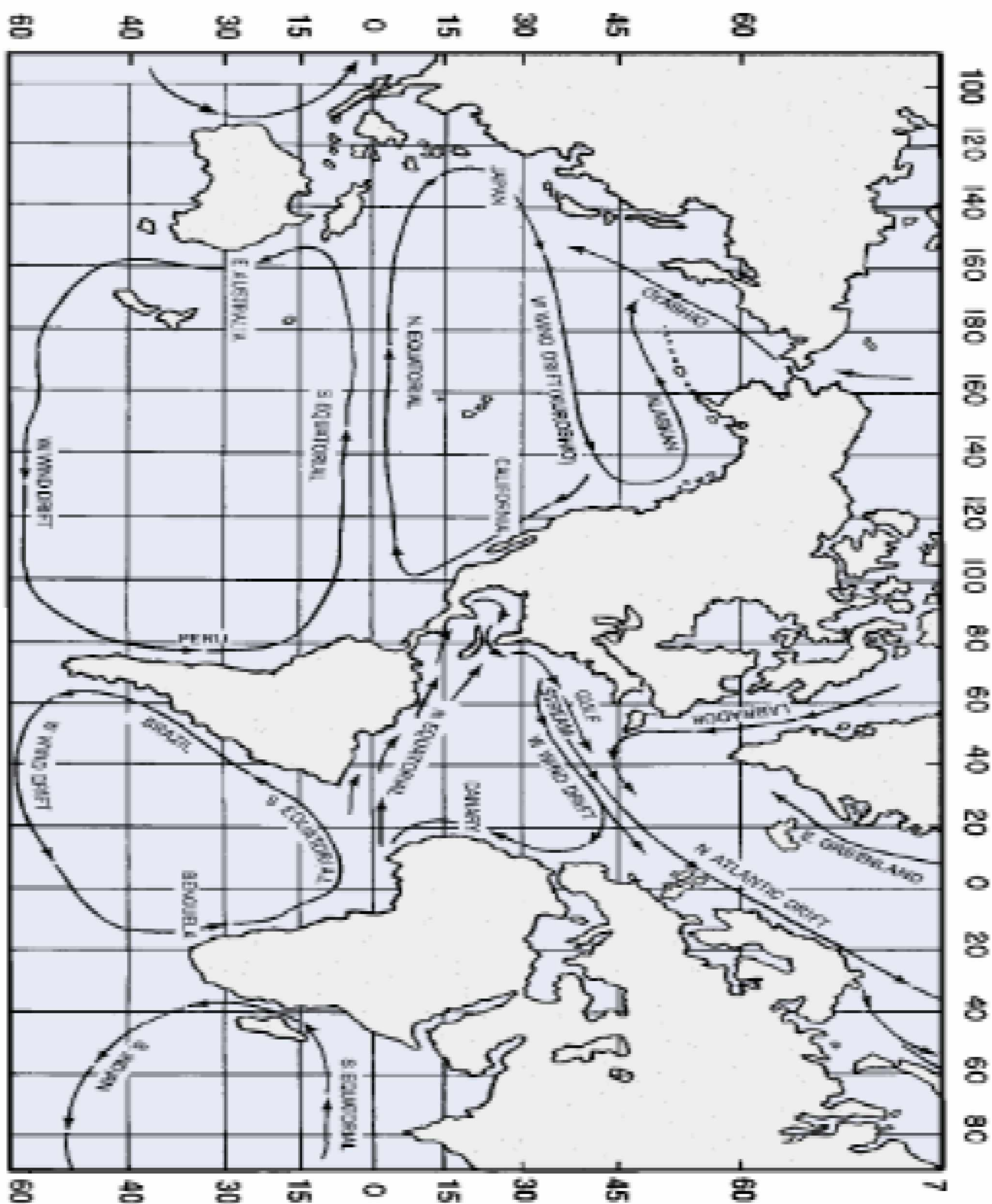


شكل ١-٣٣ يبين شكل أمواج سونامي

هي عبارة عن امواج تصل ارتفاعاتها إلي حوالي ٨٤ م حيث ضربت هذه الامواج جنوب اليابان عام ١٩٧١ حيث قامت احد هذه الامواج باقتلاع كتلة ضخمة من الشعاب المرجانية تزن ٧٥٠٠٠٠ كجم والقائها علي اليابسة لمسافة ٨٠٠ م واسم سونامي هو اسم ياباني ويعني الموجة العملاقة ويرجع السبب في ظهور موجات سونامي الي الزلازل المحيطية الناتجة عن الاضطرابات في القشرة الارضية فلقد كانت هذه الزلازل مسئولة عن سونامي اخر ضرب اليابان عام ١٩٩٣ وسونامي الثالث عام ٢٠٠٤ في جنوب شرق أسيا ،وكما ذكرنا أن سبب هذه الموجات هو الزلازل التحت بحرية والتي تطلق كمية كبيرة من الطاقة الي عمود المياه وعندما تصل هذه الطاقة الي سطح الماء فانها تتحول الي تموجات ذات سرعات كبيرة جدا قد تصل الي اكثر من ٨٠٠ كم / ساعة وتتميز هذه الامواج كذلك بالطول الموجي الكبير جدا حيث يبلغ طولها الموجي حوالي ٢٠٠ كم وكذلك تتميز بزمن موجة طويل فعندما تبلغ امواج قطار سونامي الي الشاطيء بعد قطع مسافة مئات الامطار في الساعة فان سرعة امواجها تبطيء وفي البطيء فان قوة الموجة تتحول الي قوة رفع عملاقة وتولد موجة عملاقة يتراوح ارتفاعها بين ٢٠-٣٠ م قبل ان تضرب الموجة مباشرة الشاطيء وتقترب هذه الامواج بضوضاء عالية وبعد ان تضرب هذه الموجة الشاطيء فان كمية كبيرة من المياه تندفع عائدة الي البحر مخلفة مجموعة كبيرة من الاسماك وكما ذكرنا سابقا ان من خواص تسونامي ان زمنها الموجي كبير يتراوح بين ١٥- ٢٠ دقيقة حيث كان الناس تخرج بعد الموجة الاولي لجمع محصول الاسماك من علي الشاطيء وفجاءة تفاجيء بوصول العربة الثانية من قطار سونامي فوق روؤسهم فمعظم الناس تفقد حياتها نتيجة عدم معرفتهم ان قطار سونامي يتكون من ثلاث عربات علي الاقل ونتيجة لخطورة هذه الامواج نظرا للضرر الذي تسببه فان معظم الدول الساحلية التي تتعرض لسونامي تضع مقاييس لقياس الاضطراب علي قاع المحيط الهادي وهذه المقاييس ترسل معلومات عن الانشطة الاهتزازية علي القاع وتوقع تكون سونامي لتنبيه سكان السواحل عند اقتراب الخطر.

## التيارات البحرية (marine currents)

هي عبارة عن الحركة المستمرة للكتل المائية للبحار والمحيطات فالتيارات تنقل الكتل المائية الضخمة إلي مسافات كبيرة جدا ، وتنتج هذه الحركة للمياه بفعل الرياح التي تهب عاما كاملا علي مكان واحد فالرياح التي تهب علي خط الاستواء خلال العام تسمي بالرياح التجارية الشمالية الشرقية والجنوبية الشرقية وبالابتعاد عن خط الاستواء نجد الرياح الغربية واما باعلي عند الاقطاب فنجد الرياح الشرقية القطبية وهذه الحركة تكون حركة منتظمة بمعني ان التيارات البحرية لها مسارات محددة وكذلك فانها تتحرك حركة دائرية عملاقة لذا فهي تسمي بالدورات *(gyres)* وهناك عدد كبير من اسماء هذه التيارات ولكن هناك سبعة رئيسية منها وهي تيار الرياح الغربية West Wind Drift وتيار الرياح الشرقيةEast Wind drift وتيار شمال خط الاستواء وتيار جنوب خط الاستواءthe North and South Equatorial currents وتيار بيروthe Peru Current وتيار كرشيوKuroshio Current وتيار مجري خليج المكسيك Gulf Stream وجميع هذه التيارات وغيرها من التيارات الموجودة في النصف العلوي والسفلي في الكرة الارضية تدور مع اتجاه عقارب الساعة في نصف الكرة الارضية الشمالي وعكس اتجاه عقارب الساعة في نصف الكرة الجنوبي و أول من بحث واكتشف هذا الامر هو العالم جاسبرد كوريوليس لذا سميت هذه الحركة للتيارات بتاثير كوريوليس.

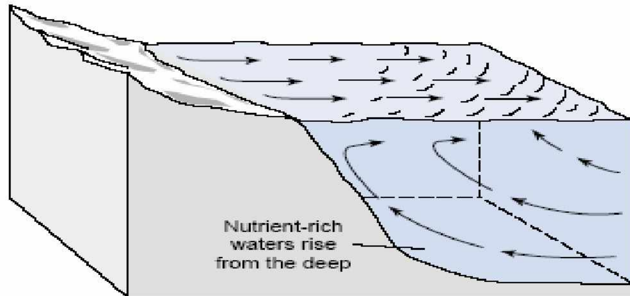


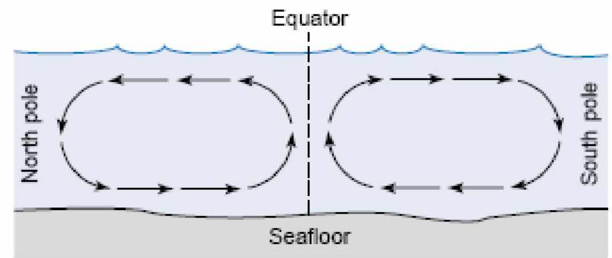

شكل ١-٣٤ يبين التيارات الرئيسية في المحيطات

وتنتج حركة المياه بهذا الشكل بسبب دوران الارض حور محورها وتتفاوت التيارات البحرية في صفاتها فمثلا تيار مجري خليج المكسيك يبلغ متوسط سرعته السطحية ٨ كيلومتر/ ساعة ويبلغ اتساعه حوالي ١٦٠ كم وعمقه حوالي ١٠٠ م ودرجة حرارته حوالي ٢٤ درجة مئوية فهو تيار دافيء حيث يتجه من الغرب نحو الشرق الي سواحل بريطانيا وايرلندا حيث يعرف حينها باسم تيار شمال الاطلنطي حيث يقوم بتدفئة مياه سواحل هذه البلدان الي حوالي ١٠ درجة مئوية مما ينتج مناخ معتدل في الصيف وغير قارص البرودة في الشتاء كما ان الدفيء والرطوبة القادمة مع تيار مجري خليج المكسيك الي اروبا تقابل الهواء البارد القادم من الشمال فيحدث التكاثف وتكون الامطار والضباب وهذا هو حال هذه المنطقة .وكما تلاحظ فان هذه التيارات تتحرك مسافات كبيرة فهذه التيارات مهمة للحياة البحرية لانها تدفع وتحرك الهوام والمواد الغذائية الاف الكيلو مترات خلال المياه .

## التيارات الراسية

هي التيارات التي تحدث خلال عمود الماء صعودا وهبوطا نتيجة الاختلاف في الكثافة او درجة الحرارة فمثلا مياه البحر المتوسط التي تبلغ ملوحتها حوالي ٣٩ جزء في الالف تغوص تحت مياه المحيط الاطلنطي الاقل في الكثافة حيث تبلغ ملوحة الاطلنطي حوالي ٣٥ جزء في الالف وترجع زيادة ملوحة البحر المتوسط لان المناخ في المتوسط حار وجاف مما يزيد عملية البخر وعندما تتبخر المياه فانها تترك الأملاح خلفها مما يزيد من ملوحة المياه وينتج عن ذلك كما ذكرنا الاختلاف في الكثافات الذي يسبب غوص مياه البحر المتوسط الكثيفة أسفل المحيط الأطلنطي وكذلك طفو مياه الاطلنطي فوق مياه البحر المتوسط مما ينشيء تيارات مائية تحت سطح الماء وكذلك فان اختلاف الحرارة يسبب تيارات راسية فالماء الدافيء تقل كثافته ويتجه للسطح بينما الماء البارد فان كثافته تزيد ويهبط الي القاع وبما ان المحيطات كتلة مائية واحدة متصلة لذا فانه عندما تسخن مياه المحيط عند خط الاستواء بفعل اشعة الشمس العمودية فان الماء تقل كثافته ويصعد الي السطح وفي نفس الوقت فان الماء البارد عند الاقطاب تزيد كثافته ويغوص الي القاع متجها نحو خط الاستواء ليحل محل الماء الصاعد باستمرار الي السطح مما ينتج دورة راسية عملاقة من انتقال الماء من الاقطاب الي خط الاستواء وعندما يصعد التيار الراسي الي السطح يكون محملا بالكثير من الرواسب الغنية بالغذاء للهوام والنباتات التي هي اساس التغذية للعديد من الكائنات البحرية.

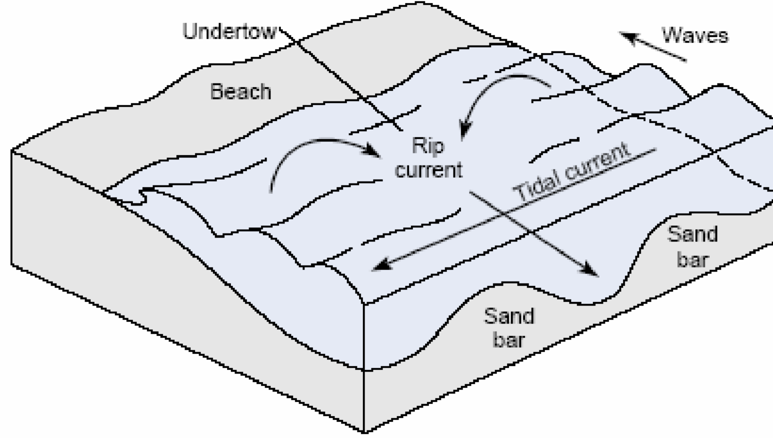



شكل ١-٣٥ يبين مسار التيارات الرئيسية في المحيط

## التيارات الشاطئية

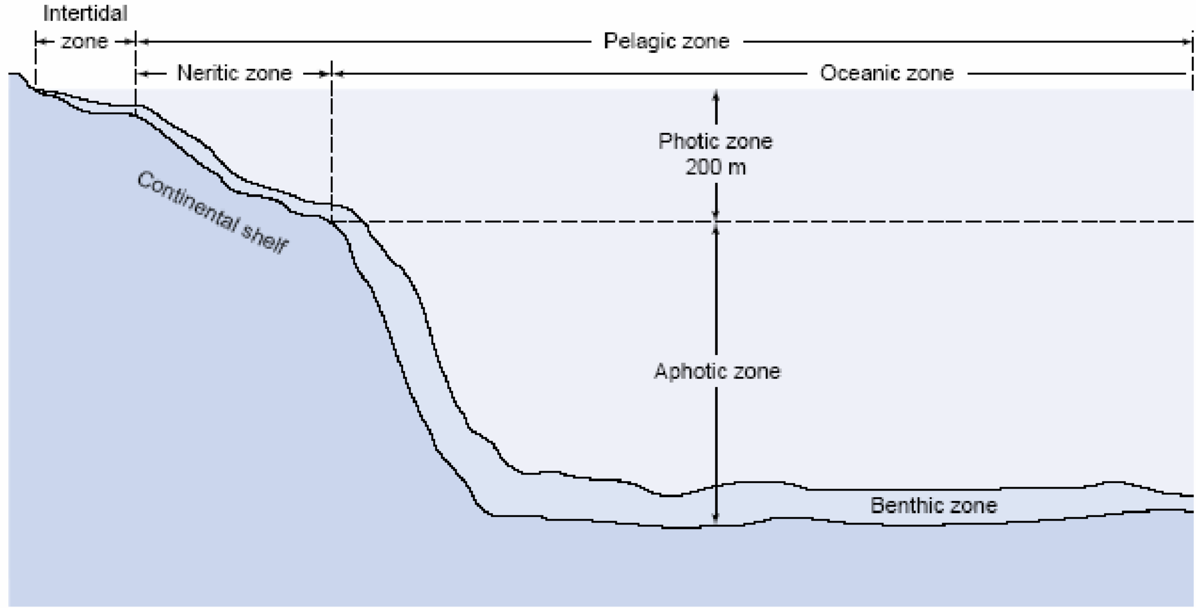
قد تنتج بعض التيارات الشاطئية بسبب المد فكما نعلم ان الامواج تتحطم علي الشواطيء ثم تعود الي المياه مسرعة الي البحر ولكن في بعض الشواطيء التي يكون بها تحطم الامواج عاليا فان نحت وتآكل في الرمال يحدث مكونا اما عوارض رملية او انخفاضات رملية تتجمع بها المياه في شكل موازي للشاطيء وعندما تتجمع هذه المياه بشكل كافيء خلف هذه العوارض او الانخفاضات الرملية فان هذه العوارض تنهار مكونة تيارا قويا متجها نحو الماء مما يهدد حياة الكثير من الناس بالخطر ويسمي هذا النوع من التيارات بالتيار القاطع *(rip current)* ولقد كان هذا النوع من التيارات المسئول عن وفاة العديديين علي الشواطيء حول العالم .




شكل ١–٣٦ يبين التيارات الشاطئية وكيفية حدوثها

بعد ان انتهينا من الإجابة علي الأسئلة الجيولوجية والكيميائية والفيزيائية بقيت لنا الأسئلة الحيوية المتعلقة بالكائنات التي تعرفت علي ملامح البيئة البحرية التي تعيش فيها ولكن قبل البدء في التعرف علي الكائنات البحرية المختلفة يجب أولا أن نتعرف علي ألاماكن المختلفة لتواجد هذه الكائنات لان هذا سيفيدنا كثيرا في دراسة هذه الأحياء البحرية ومعرفة سبب التحورات التركيبية الموجودة بها .

## تقسيم أجزاء المياه المختلفة




شكل ١–٣٧ يبين أجزاء المياه المختلفة

### منطقة المد (the intertidal zone)

هي المنطقة المحصورة بين اعلي مد واقل جذر ،حيث يحد اعلي مد بطول الشاطيء خط الشاطيء *(strandline)* والذي يتكون من مجموعة من المخلفات من الأعشاب البحرية والترسيبات الدقيقة فلو قمت بقلب هذه الأعشاب البحرية الملقاة علي الشاطيء تستطيع رؤية أنواع صغيرة من القشريات مثل براغيث الشاطيء وعندما يحل الجذر يمكنك حينها أن تتمشي خلال منطقة المد التي سوف ينحصر عنها الماء حيث يمكنك ساعتها مشاهدة مجموعة كبيرة من اللافقاريات مثل القشريات والديدان والرخويات والتي تكون مهيئة لتواجه الجفاف وقت الجذر والغمر بالماء وقت المد .

### منطقة اعلى المد (the supratidal zone)

يقع اعلي خط الشاطيء أي فوق منطقة المد منطقة تسمي بمنطقة اعلي المد حيث تمتد هذه المنطقة إلي منطقة الكثبان الرملية او التلال الرملية الصغير التي تتواجد بالقرب من الشاطيء *(sand dunes)* وتنقسم هذه المنطقة إلي جزئين رئيسيين هما الجزء القريب من الماء والذي يتناثر عليه الرزاز الملحي نتيجة لتكسر الأمواج علي الشاطيء لذا فالحياة تكون منعدمة في هذا الجزء اما الجزء الأبعد قليلا عن الشاطيء والذي تتواجد فيه الكثبان الرملية فان أنواعا عدة من الشجيرات والحشائش تنمو به .

### منطقة أسفل الجذر (the subtidal zone)

وتقع هذه المنطقة أسفل منطقة المد لذا فهي مغطاة دوما بالمياه وهي المنطقة التي تتحطم بها الأمواج لذا فان الكائنات التي تعيش بها متحورة لتحمل التصادمات القوية وكذلك محورة لالتصاق لكي لا تنجرف مع التيارات .

## منطقة البحر المفتوح (the pelagic zone)

وهي المنطقة الأكبر في البحار والمحيطات حيث تمتد من منطقة أسفل الجذر إلي منطقة أسفل الجذر المقابلة لها في الناحية الاخري من المحيط لذا فانه يعيش في هذه المنطقة العديد و العديد من الكائنات والأنواع المختلفة من الأسماك و الثدييات وغيرها من الكائنات ،وتنقسم منطقة البحر المفتوح إلي جزئين رئيسيين تبعا لعمق المياه فالجزء الأول هو المنطقة القريبة *(nearitic zone)* و تمتد إلي عمق ٢٠٠ متر فقط فوق الرف القاري اما المنطقة الثانية فهي المنطقة المحيطية *(oceanic zone)* وهي التي تتضمن المياه الأكثر عمقا من ٢٠٠ متر .

## المنطقة القريبة (nearitic zone)

تقع مباشرة خلف منطقة أسفل الجذر وهي المنطقة الواقعة فوق الرف القاري وهي منطقة ضحلة نسبيا و ومجاورة للقارات ومعظم عمليات الصيد التجارية تحدث في هذه المنطقة بسبب كثرة الكائنات بها لأنها مصب للأنهار ومجاري السيول التي تكون محملة بالعديد من المواد الغذائية اللازمة للهوام النباتية والحيوانية والتي هي أساس الغذاء للكائنات البحرية وكذلك فان هذه المنطقة تكون معرضة للشمس حيث تقوم الهوام النباتية والنباتات البحرية والأعشاب البحرية بعملية البناء الضوئي مما يزيد من إنتاجية هذه المنطقة والتي يعتمد عليها اغلب الكائنات .

## المنطقة المحيطية (oceanic zone)

وهي المنطقة الواقعة خلف المنطقة القريبة وتشمل معظم المياه المفتوحة وهذه المنطقة نفسها تقسم إلي منطقتين رئيسيتين تبعا إلي نفاذ الضوء خلالها فالجزء من المنطقة المحيطية الذي يصل إليه الضوء يسمي بالجزء المضيء *(photic zone)* اما الجزء الذي لا يصل إليه الضوء فيسمي بالجزء الغير مضيء حيث يبلغ متوسط عمق المنطقة المضيئة حوالي ١٠٠ م وفي أقصي حالات شفافية المياه وشدة الضوء قد تصل إلي عمق ٢٠٠ متر لذا فان معظم الكائنات تتركز في المنطقة المضيئة لوجود الضوء الذي تحتاجه النباتات في عملية البناء الضوئي التي هي أساس الحياة وكذلك تتواجد بعض الأنواع من الكائنات في المنطقة الغير المضيئة مثل الأسماك والديدان والحبار والقشريات حيث تمتلك الكائنات التي تعيش في تلك الأعماق البعيدة من مياه المحيط تحورات خاصة تمكنها من العيش في هذه البيئة المظلمة مثل سمكة ابو صنارة والتي لها فم واسع وأسنان حادة طويلة وكذلك جسم مضيء اعلي فمها لجذب الفرائس في الظلام وكذلك فان بعض الأنواع الاخري من الأسماك لها فم علوي الاتجاه والذي يساعدها في الإمساك بالفتات الساقط من المنطقة المضيئة.

## المنطقة القاعية (benthic zone)

في الحقيقة المنطقة القاعية تمتد من منطقة القاع الموجودة علي الشاطيء إلي أعمق أعماق المحيط حيث تضم هذه المنطقة مجموعة كبيرة من الكائنات التي تسمي بالكائنات القاعية (benthos) وهذه الكائنات التي تعيش في القاع تكون متحورة للعيش تحت الضغط العالي للماء ودرجة الحرارة المنخفضة للمياه والظلام .

# البيئات البحرية (marine environment)

ذكرنا تقسيم أجزاء مياه المحيط وكما ذكرنا فان معظم الكائنات الحية تتواجد غالبا في منطقة الشاطيء وتؤثر طبيعة الـشواطيء علي نوعية الكائنات التي تتواجد بها لذا فسوف نلقي نظرة سريعة علي نوعية الشواطيء والكائنات التي تعيش بها .

## ١- بيئة الشواطيء الرملية (sand beach environment)

من اشهر الشواطيء المعروفة هي الشواطيء الرملية حيث تتكون من الرمال والقليل من الرواسب وحبيبات هذه الشواطيء مفككة سهلة الحركة بواسطة المياه او الرياح وتعيش في الرمال العديد من الكائنات فلو تتبعنا وجود الحياة من اعلي الشاطيء في منطقة الكثبان الرملية سوف نجد العديد من الأشجار والشجيرات والحشائش التي تساعد جذورها في تجميع الرمال ومنع تآكل الشواطيء بفعل الماء والرياح حيث تلاحظ احتلال الأشجار الجزء العلوي من التلال الرملية الصغيرة ويليها الشجيرات التي تنمو علي طول انحناءات هذه الكثبان ويليها الحشائش في المنطقة السفلي من الكثبان ،ولو استمررنا بالسير إلي أسفل تجاه المياه فسنمر بمنطقة المد والتي عندما ينحصر عنها الماء خلال الجذر فان الكائنات التي تعيش بها اما أن تعود إلي المياه في منطقة أسفل المد والبعض الأخر يقوم بالحفر في الرمال والاختباء إلي عودة المياه ثانية خلال المد مثل الديدان وقوقع الماء والرخويات ولو استمررنا بالسير إلي منطقة تحطم الأمواج *(surf zone)* في منطقة أسفل الجذر وهي المنطقة التي يتكون فيها زبد البحر البيض نتيجة لاختلاط المياه مع الهواء علي الشاطيء وهذه المنطقة ليست ثابتة بل أنها تتحرك للأمام والخلف علي منحني الشاطيء تبعا لوقت المد او الجذر في اليوم الواحد لذلك فان الماء في هذه المنطقة في حركة مستمرة لا تتوقف لذلك فان الكائنات التي تعيش في هذه المنطقة تكون وكأنها تعيش في عواصف دائمة لذا فهي تمتلك العديد من التحورات للحفر والاختباء في الرمال لتجنب الانجراف بفعل التيارات وكذلك لتحمل صدم الأمواج القوية في هذه المنطقة .



شكل ١-٣٨منطقة الكثبان الرملية في الشواطيء الرملية



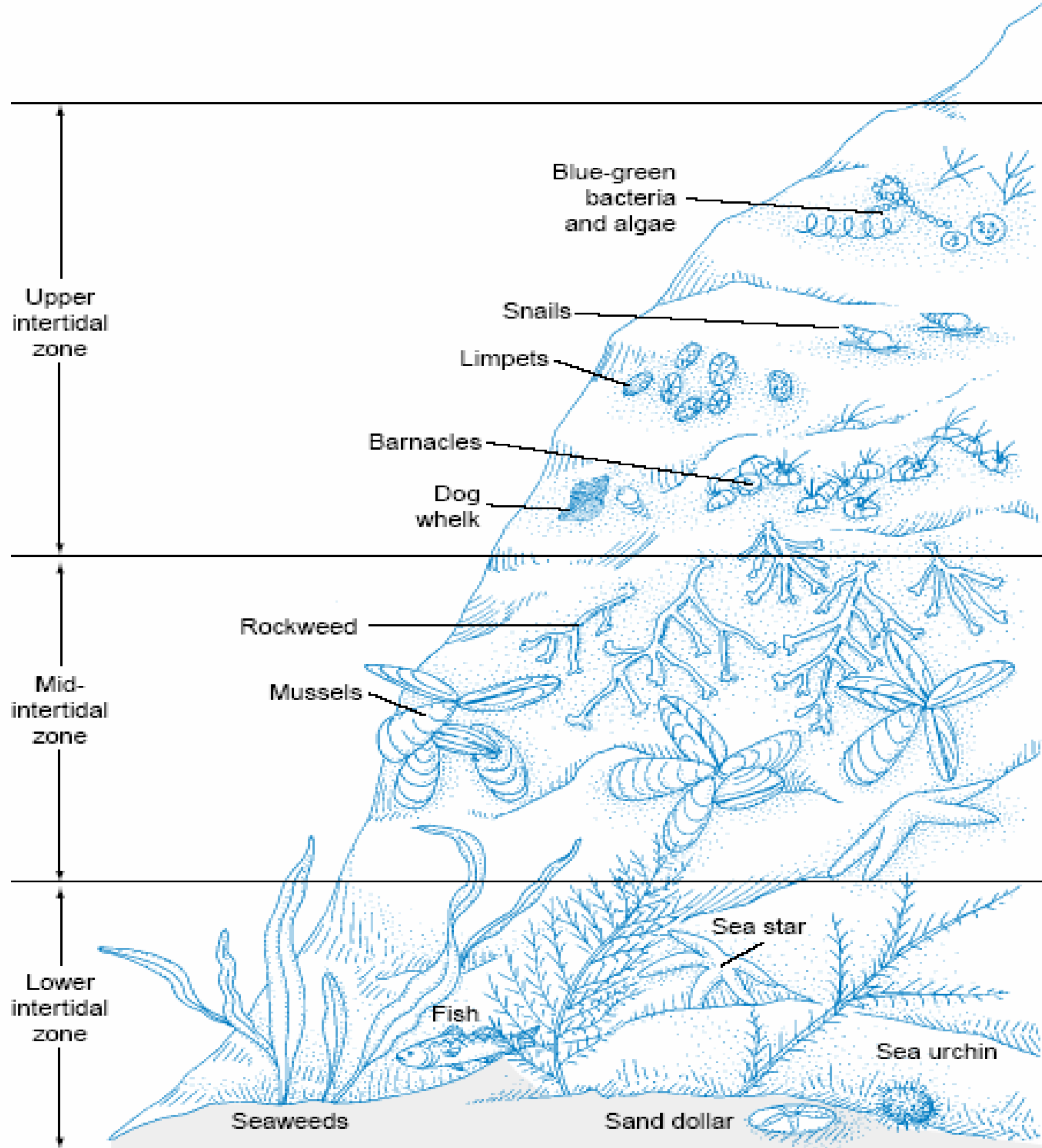
شكل ١–٣٩ يبين منطقة تكسير الأمواج في الشواطيء الرملية



شكل ١–٤٠ يبين مناطق الشواطيء الرملية المختلفة واهم الكائنات الموجودة بها

## ٢- بيئة السواحل الصخرية (Rocky coast)

يوجد كذلك العديد من الشواطيء الصخرية حول العالم والتي تتكون من الصخور الصلبة فالشواطيء التي تتكون من الصخور الصلبة تسمي بالسواحل الصخرية ويمكننا تمييز أربع مناطق تبرز فيها الحياة في هذه الشواطيء وهذه المناطق هي الجزء العلوي من منطقة المد وكذلك الجزء الأوسط من منطقة المد والجزء السفلي ومنطقة أسفل الجزر.




شكل ١–٤١ يبين أهم مناطق المعيشة والكائنات في الشواطيء الصخرية

ا– فالجزء العلوي من منطقة المد يكون مكانا رطبا حيث يسمي بمنطقة رزاز الأمواج حيث تحصل هذه المنطقة علي رطوبتها من رزاز مياه الأمواج المحطمة وهذه الصخور الرطبة توفر بيئة ملائمة لنمو الطحالب الخضراء المزرقة والتي تكون غطاء رقيق علي الصخور حيث تقوم هذه الطحالب بعملية البناء لضوئي وعندما تموت فأنها تتحلل وتصبغ الصخور باللون الأسود الشبيه

ببقع انسكاب زيت البترول وهناك بعض الرخويات التي تتغذي علي هذه الطحالب حيث تقوم بكشطها من علي الصخور والتهامها.

ب–اما في الجزء الأوسط من منطقة المد والتي يتواجد فيها برانقيل الصخر وبلح البحر والأعشاب البحرية حيث تتواجد هذه الأنواع ملتصقة بالصخور بقوة شديدة لكي لا تستطيع الأمواج انتزاعها من مكانها وعند حلول المد فان هذه الكائنات تغطي بالماء حيث تقوم حينها بترشيح المياه للتغذية فهي كائنات ترشيحية التغذية علي الهوام والفتات العضوي عن طريق التحريك المستمر والمنتظم لأهدابها الريشية الشكل مما ينتج عنه تيار مائي متصل داخل إلي الأصداف البحرية للحصول علي الغذاء وعند حلول الجذر فان المحار والبرانقيل تكون معرضة للهواء لعدة ساعات لذلك فهي تكون معرضة لفقد الماء والجفاف لذا فهي تغلق أصدافها بأحكام لمنع البخر وتجنب الجفاف ،كما أن الصدفة القوية لبرانقيل الصخر تحيمه كذلك من المفترسات ومع ذلك فان احد القواقع البحرية (*Nucella lapillius*) يستطيع حفر الثقوب في صدفة البرانقيل لكي يأكله عن طريق إفراز مركب حمضي من غدته القدمية والتي تضعف صدفة البرانقيل قبل أن يبدأ هذا القوقع الحفر في الصدفة عن طريق استخدام راديولاته ،اما تحت منطقة تواجد البرانقيل تتواجد الأعشاب البحرية وأعداد كبيرة من بلح البحر حيث يلتصق بلح البحر بالصخور بواسطة خيوط ليفية ليمنع نفسه من الانجراف بفعل الأمواج وبلح البحر ترشيحي التغذية كذلك مثل البرانقيل ومجموعة بلح البحر تقوم بجذب العديد من المفترسات إلي هذه المنطقة مثل القواقع الثاقبة لصدفة البرانقيل و التي تتغذي كذلك علي بلح البحر وكذلك نجم البحر الذي يتغذى علي أعداد كبيرة من بلح البحر وكذلك السمكة السوداء (*Tautoga anitis*) والتي لها أسنان أمامية قوية متحورة تمكنها من تكسير الأصداف والتهام ما بداخلها وكذلك فان الطحالب البنية المسماة بأعشاب الصخر (*focus*) أيضا تعيش في منطقة وسط المد وعندما ينخفض المد فان مجموعة كبيرة من أعشاب الصخر يمكن أن نلقاها ملتصقة بالصخور عن طريق أقدامها الماسكة (*holdfast pad*) حيث توفر هذه الأعشاب الحماية للعديد من الكائنات التي تعيش علي وبين الصخور مثل القواقع والسرطانات الصغيرة والديدان وعندما يعلو المد فان أعشاب الصخر تطفو قرب السطح بفعل أكياسها الهوائية .

ج– الجزء السفلي من منطقة المد (*lower intertidal zone*):

حيث تكثر في هذه المنطقة وجود الطحالب وخاصة الطحالب الحمراء التي تكسو الصخور وكذلك فانه عند انخفاض المد فانه يترك وراءه بعض الحفر الصغيرة الممتلئة بالماء والتي تسمي بالحفر المدية والتي تكون بيئة مناسبة للعديد من الطحالب واللافقاريات مثل القواقع والسرطانات و كذلك الأسماك الصغيرة

د–منطقة أسفل الجزر (*subtidal zone*) :

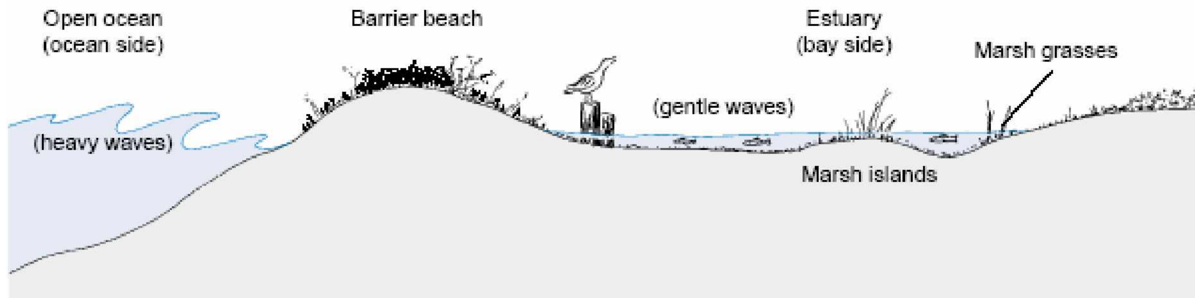
توجد تحت منطقة أقصي جزر حيث تكون مغطاة دوما بالمياه دائما لذا فان أفضل طريقة لمتابعة الحياة في هذه المنطقة تكون عن طريق الغوص الأنبوبي حيث يمكنك ملاحظة قنفد البحر والقواقع التي تتغذي علي الطحالب وكذلك نجم البحر الملتصق بالصخور حيث يتحكم في حركته علو او انخفاض مياه المد فعندما ترتفع المياه يتحرك نجم البحر من منطقة أسفل الجزر إلي منطقة المد ليتغذى علي المحار وبلح البحر وكذلك يتواجد تنوع من سمكة المهرج وكذلك السرطانات و جراد البحر المختبئة بين

شقوق الصخور حيث يخرج جراد البحر من أماكن اختبائه إلي الماء ليتغذى، وكذلك فان العديد من الأسماك القادمة من المياه العميقة تأتي إلي هذه المنطقة لتتغذي علي الوفرة من اللافقاريات الموجودة في هذه المنطقة .

## ٣- بيئة مصبات الأنهار (the estuary environment)

علي طول عدة سواحل فان مياه الأنهار العذبة تصب في المحيطات فعند فم النهر والتي يختلط فيها مياهه بمياه المحيط ليجتمعا معا مكونين بيئة خليطة بين المياه العذبة والمالحة تسمي ببيئة مصبات الأنهار وهذه البيئة تعتبر من أكثر البيئات إنتاجية فمعظم الكائنات تضع بيضها في المصبات حيث ينمو الصغار للأنواع المتعددة في هذه البيئة الغنية بالغذاء .

العديد من المصابات تكونت في نهاية العصر الجليدي الأخير منذ حوالي ١٠٠٠٠ إلي ١٥٠٠٠ سنة فعندما ذاب الجليد وارتفع منسوب المياه غزا المحيط المناطق الساحلية المنخفضة وغمر أفواه الأنهار والجداول ،بعض الرواسب الرملية القادمة من المحيط تترسب علي الشاطيء مكونة حواف طويلة من الرمال تسمي بالحواجز الشاطئية فمن احد جهات الحاجز الشاطئي يوجد المصب ومن الناحية الاخري توجد مياه البحر المفتوح ،تعتبر منطقة مصبات الأنهار منطقة هادئة لأنها محمية من تصادمات الأمواج القوية بواسطة الحاجز الشاطيء مما يجعلها حرما طبيعيا لمجموعة واسعة من النباتات والحيوانات البحرية ونتيجة لذلك فان مجوعة كبيرة مختلفة تنتمي إلي هذه البيئة .

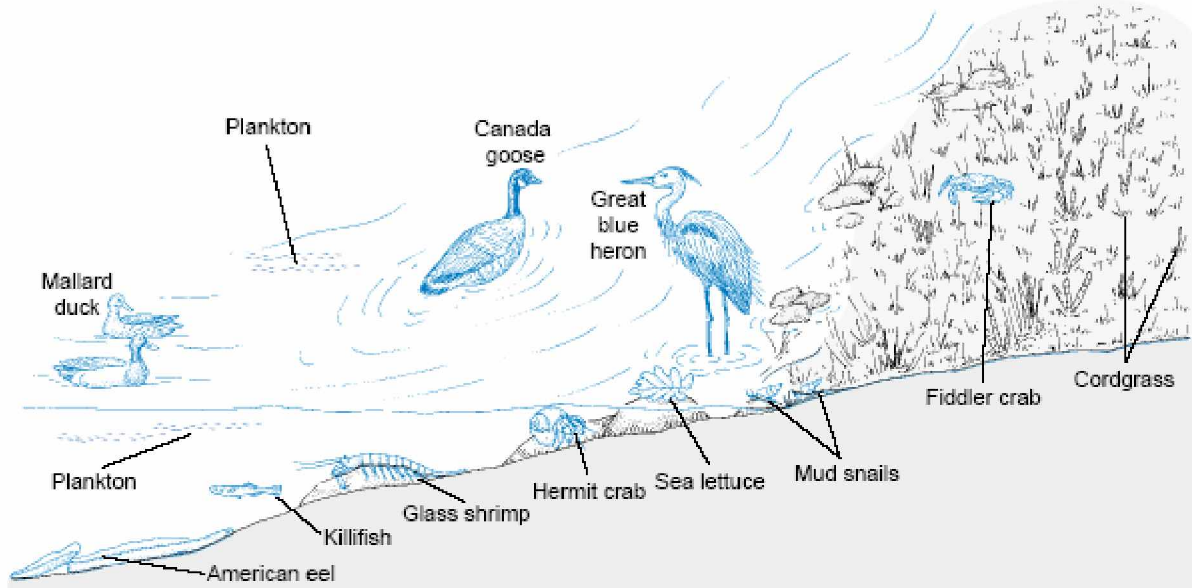



شكل ١–٤٢ يبين بيئة مصبات الأنهار والكائنات التي تعيش بها

## ٤- بيئة المستنقعات المالحة (salt marsh community)

علي طول العديد من المصبات في المحيط الهادي والأطلنطي وخليج المكسيك فان الحشائش تنمو بوفرة في المياه الضحلة مكونة مجموعة المستنقعات المالحة حيث تكون هذه الحشائش هي الشيء المميز للمستنقعات لمالحة ،احد أنواع هذه الحشائش هي الحشائش الحبلية *(spartina)* والتي تتميز بالخشونة و كبر الحجم ومقاومة التأثير المميت للأملاح عن طريق غدد خاصة في أوراقها تفرز البلورات الملحية وتطردها خارج الجسم ،القليل من الكائنات البحرية تتغذي علي حشائش المستنقعات بسبب خشونتها وارتفاع نسبة الأملاح بها وبرغم ذلك تعتبر بيئة المستنقعات المالحة من البيئات مرتفعة الإنتاجية ،حيث تقوم البكتريا بتحليل الأوراق والأجزاء الساقطة من هذه الحشائش في الماء إلي مركباتها الأولية والتي هي الفوسفات والنترات و هي المواد التي تحتاجها الهوام النباتية للنمو والازدهار والتي تصبح بدورها مصدرا غذائيا للعديد من الكائنات ترشيحية التغذية

مثل المحار فالتيارات المائية الناتجة عن حركة أهداب المحار تفيد جذور الحشائش البحرية عن طريق زيادة حركة المياه حولها وكذلك تعمل الجذور المتشابكة لهذه النباتات كشباك للامساك بالمواد العضوية المختلفة التي تتغذي عليها الكائنات المختلفة مثل القشريات ،كما أن المياه الهادئة ووفرة الغذاء في بيئة المستنقعات المالحة توفر بيئة جيدة للحيوانات البحرية لإنتاج نسلها وذريتها حيث توصف هذه المستنقعات بأنها البيئة الحاضنة للعديد من الكائنات البحرية .



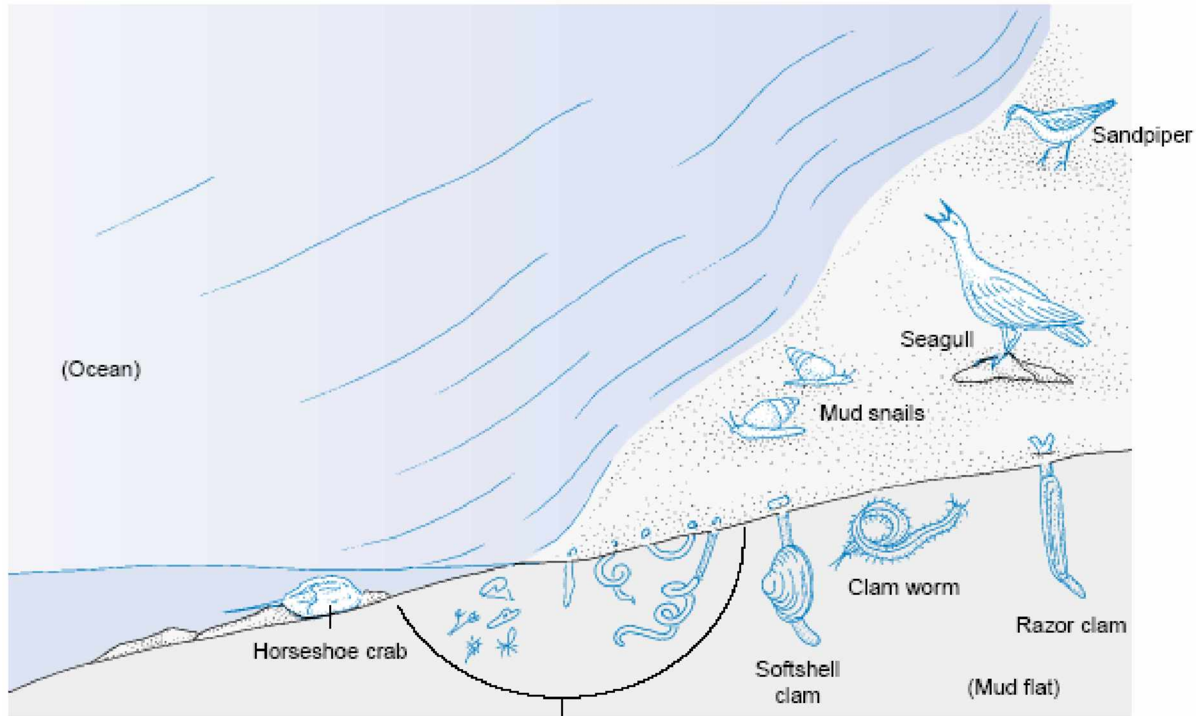

شكل ١–٤٣ أهم الكائنات التي تعيش في بيئة المستنقعات المالحة

## ٥- الأرض الطينية (mud flat)

الجزء من بيئة المصب الذي يتصف بوجود الطين الرملي الكثيف ولا ينمو بها حشائش المستنقعات تسمي بالأرض الطينية حيث يكون بها انحدار خفيف نحو المياه تمسه الماء والموجات الخفيفة كما يتم عمل تهوية خفيفة للتربة الطينية بفعل صدمات الأمواج وبسبب ضعف قوة رجوع المياه إلي المحيط فان المواد العضوية التي يحملها الماء تتراكم علي الشاطيء محولة الأرض الطينية إلي ما يشبه المقبرة حيث تحلل بكتريا التحلل المخلفات وتحول الرمال إلي اللون الأسود ولو انك قمت بالحفر في هذه المنطقة فستلاحظ أن الرمال التحتية سوداء وتفوح منها رائحة البيض الفاسد نتيجة وجود ($H_2S$) وهو المركب الناتج عن تحلل المواد العضوية في غياب الأكسجين بفعل البكتريا اللاهوائية المحللة التي تلعب دورا هاما في تحليل المواد العضوية إلي مركباتها الأولية النافعة والتي تنقلها حركة الأمواج إلي داخل المياه والي أماكن أخري ليستفيد منها العديد من الكائنات وخاصة الهوام النباتية التي تمثل الغذاء الأولي الأساسي لكل الحيوانات البحرية .

يتواجد في الأرض الطينية العديد من اللافقاريات مثل قوقع الطين (*Ilyonassa absaleta*) والذي يتغذي علي الفتات الموجود في حفر منطقة المد الضحلة فهي بذلك تلعب دورا هاما في التخلص من المواد العضوية الذائدة في الأراضي الطينية وكذلك فان ديدان الرمل تحفر أنفاق خلال الرمال وتتغذي علي الفتات العضوي أيضا وكذلك تتميز هذه البيئة بوجود بعض المحاريات وجميع هذه الكائنات تتميز بسلوك الحفر في الطين وعمل أنفاق لها مما يساعد علي تهوية هذه التربة التي تعاني نقصا شديدا في الأكسجين ،وكذلك تقوم بعض الطيور بالحفر في الطين للحصول علي غذائها من اللافقاريات المختلفة من الديدان وغيرها

وتختلف مناقير الطيور في الشكل تبعا لنوع الغذاء ومكان تواجده داخل الطين فالمنقار القصير لطائر الزقزاق و زمار الرمل يستخدم للتغذية علي الديدان القريبة من السطح بينما المناقير الطويلة للطيور البحرية تستطيع الحفر بها إلي أعماق اكبر والتهام اللافقاريات التي تحفر أنفاق عميقة داخل الطين .



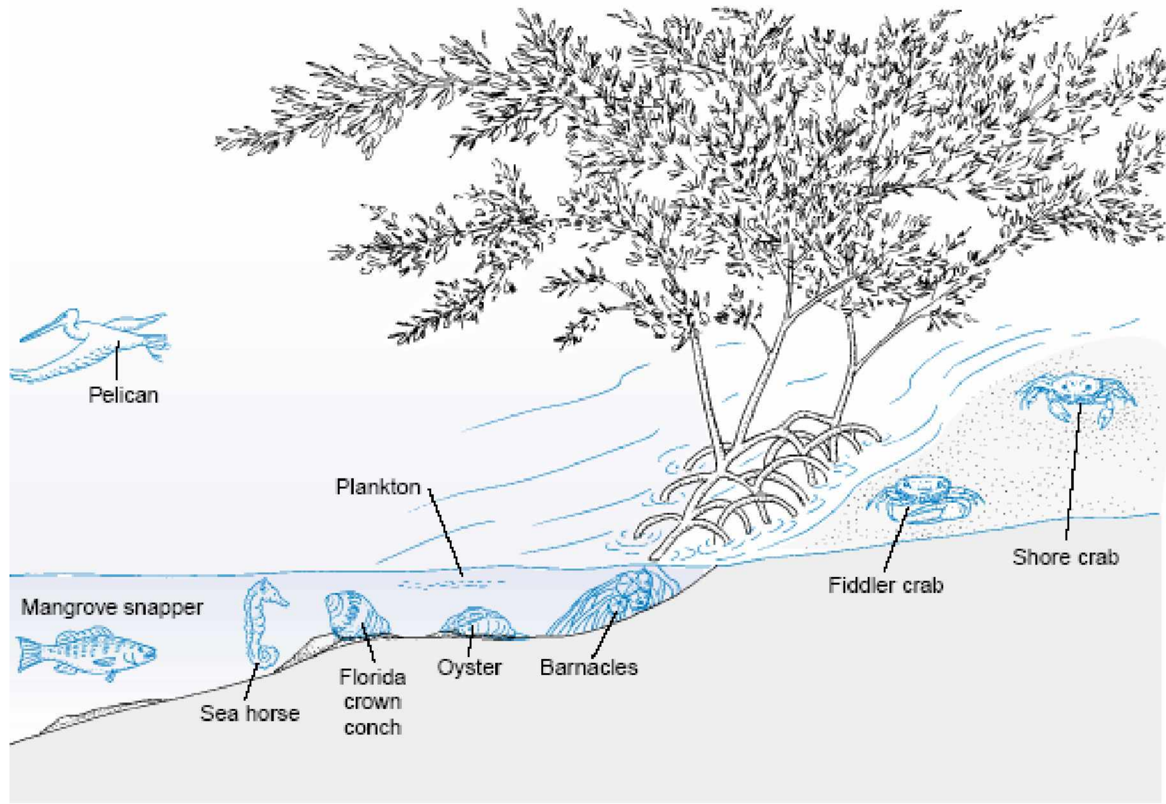

شكل ١-٤٤ يبين الكائنات التي تعيش في الشواطيء الطينية

## ٦- مجموعات المنجروف

في المناطق الاستوائية تنمو علي الشواطيء أشجار المنجروف كتلك التي نراها علي طول ساحل البحر الأحمر في مصر ويوجد في مصر نوعين من هذه الأشجار المنجروف الأحمر *(Rhizophora mangle)* و المنجروف الأسود ويوجد نوع ثالث من أشجار المنجروف هو المنجروف الأبيض ونستطيع التفريق بسهولة بين المنجروف الأسود والأحمر بان المنجروف الأسود له جذور تنفسية نراها بارزة بجانب سيقانه اما المنجروف الأحمر فليس له جذور تنفسية وعند حلول الجذر نستطيع أن نري الجذور القوسية المتشابكة لأشجار المنجروف والتي تقوم باحتجاز العديد من المواد العضوية بين تشابكاتها وكذلك فان أوراق أشجار المنجروف التي تتساقط في الماء وتتحل بفعل البكتريا كل هذا يهيئ وسطا ملائما لنمو الهوام والتي يتغذي عليها الكائنات ترشيحية التغذية من الأصداف و المحاريات وكذلك فان الزائد من هذه المواد يعود إلي البحر المفتوح ليمد البيئة البحرية بالمواد الغذائية .

في الحقيقة إن بيئة المنجروف تعتبر حرما طبيعيا للحياة البرية للعديد من الكائنات البحرية والأرضية علي حد سواء مثل الطيور والسرطانات والمحار والقواقع و الأسماك المختلفة والتي تجد في بيئة المنجروف المأوي والحماية والطعام الوفير وبالإضافة إلي ذلك فان أشجار المنجروف تعمل كحواجز طبيعية لحماية الشواطيء من التآكل حيث تعمل جذورها علي الإمساك بالرمال

القادمة مع الأمواج وترسيبها وخلال العواصف الكبيرة فان أشجار المنجروف تعمل كأسفنجة كبيرة تمتص المياه وصدمات العواصف.



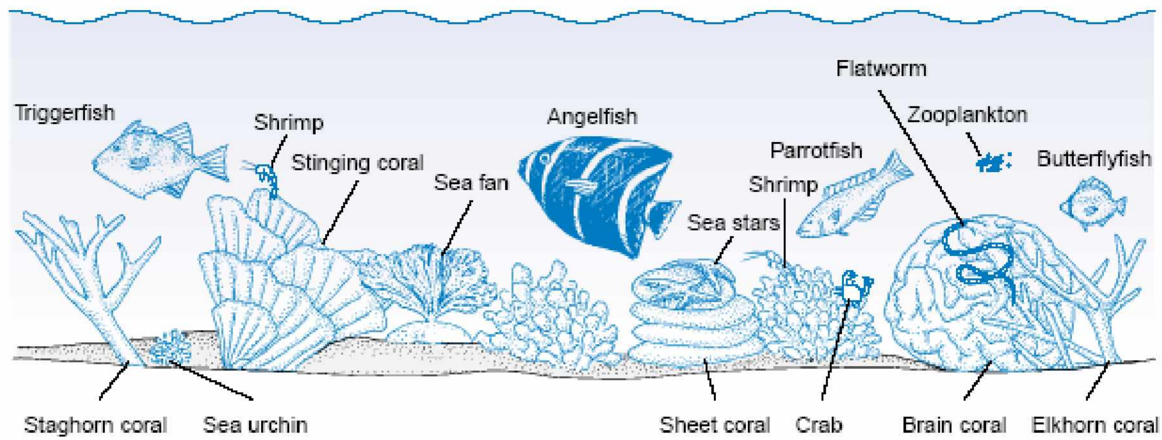

شكل ١-٤٥ يبين أهم كائنات بيئة أشجار المنجروف

## ٧- بيئة الشعاب المرجانية

تعتبر بيئة الشعاب المرجانية من أكثر البيئات البحرية جمالا علي الإطلاق حيث تتميز الكائنات التي تعيش في هذه المنطقة بالألوان الزاهية الجذابة ،والشعاب المرجانية هي تكوينات صخرية تكونت بفعل كائن صغير يسمي بوليب المرجان ،حيث تبدأ هذه الشعاب بالتكون عندما تلتصق يرقة المرجان علي سطح صلب وتنمو لتكون المرجان حيث يعيش كائن المرجان في مستعمرات يحتل كل فرد من أفرادها جحر منفصل من الحجر الجيري الذي يبنيه بنفسه وكل جيل جديد من البوليب يضيف و يصنع طبقة جديدة من الحجر الجيري جاعلا المرجان يمتد لأعلي (حوالي ٢,٥ سم في السنة )وللخارج حيث يصل عرض بعض كتل الشعاب أكثر من ٤٠م عرضا وأكثر من ١٠٠٠ كم طولا حيث قد يصل المرجان إلي سطح المياه ولكنه لا يستطيع النمو خارج المياه،تتواجد الشعاب المرجانية في المناطق الاستوائية والشبه استوائية فقط ما بين خطي عرض ٣٠° شمال وجنوب خط الاستواء حيث تتميز أماكن وجودها بصفاء المياه وأشعة الشمس الكافية والظروف المناسبة لنمو طحلب *(xeozansele)* الذي يعيش مع البوليب في عيشة تكافلية ولعل اكبر أنظمة الشعاب في العالم هو الحاجز المرجاني الكبير قرب سواحل استراليا حيث يمتد إلي حوالي ٢٠٠٠ كم طولا ويعيش بداخله أكثر من ١٥٠٠ نوع من الأسماك والكائنات المختلفة ويرجع التنوع

العالي لبيئة الشعاب إلي أن الشعاب تتكون من أكثر من نوع من المرجان والتي تنمو معا ملاصقة لبعضها البعض مكونة شقوق وكهوف فيما بينها وهي الأماكن المناسبة لتواجد الكائنات واختبائها بسرعة شديدة وسهولة .

كل نوع من المرجان له شكله الفريد وحجمه ولونه ونقوشه وتنقسم المراجين إلي قسمين رئيسيين هما المرجان الصلب والمرجان اللين و تسمي معظم أنواع المراجين بالأشياء التي تشبهها فمثلا المرجان الصلب قرن الظبي اسمه العلمي *(Acropora plamata)* والمرجان شبيه المخ *(Diploria labyrinthiformis)* والمرجان اللين شبيه المروحة *(Goronia ventalina)* وعارضة البحر *(Plexaura flexuosa)* والتي تكون أكثر مرونة وتتمايل مع التيار،وكما ذكرنا بان الشعاب تسكنها الأسماك الزاهية مثل سمكة الفراشة والذي تتميز بمنطقة انفها ( الخطم ) الطويلة لتتغذي علي الجزيئات الدقيقة فوق سطح الشعاب وسمكة الباراكودا ذات الأسنان الابرية والتي تتغذي علي اسماك الشعاب اما سمكة الببغاء فهي تقضم أجزاء الشعاب لتتغذي علي البوليب وتطرد الحجر الجيري من فمها بعض ذلك وكذلك فان العديد من الاسفنجيات والديدان والروبيان (الجمبري) والانيمون ونجم البحر والرخويات والأسماك تعيش داخل وحول الشعاب .




شكل ١-٤٦ يبين أهم خصائص وكائنات بيئة الشعاب المرجانية

انتهي الجزء الأول ويليه بأذن الله الجزء الثاني الأحياء البحرية